

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
EKONOMICKÁ FAKULTA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA EVROPSKÉ INTEGRACE

Klimatická změna a Evropská unie

Climate Change and the European Union

Student: Hana Důrasová

Vedoucí diplomové práce: Ing. Naděžda Antošová, Ph. D.

Ostrava 2008

„Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci vypracovala samostatně a uvedla jsem veškerou použitou literaturu. Přílohy č. 1 – 5 a 7 – 11 dané mi k dispozici jsem samostatně doplnila.

V Ostravě dne 25. dubna 2008

.....

Hana Důrasová

OBSAH

ÚVOD	1
1 VYMEZENÍ PROBLEMATIKY KLIMATICKÉ ZMĚNY	3
1.1 Klima a klimatický systém	3
1.2 Skleníkový efekt	5
1.3 Vývoj klimatu v minulosti a současnosti	9
1.3.1 Změny klimatu v minulosti	10
1.3.2 Změna klimatu v současnosti	12
1.4 Modelování klimatu	14
1.4.1 Scénáře klimatické změny	16
1.5 Důsledky klimatické změny	18
1.6 Názory na příčiny vzniku klimatických změn	21
1.7 Závěr	24
2 DŮSLEDKY KLIMATICKÉ ZMĚNY PRO EVROPU	26
2.1 Změny v kryosféře	26
2.1.1 Změny v kryosféře v Evropě	30
2.2 Pobřežní a nízko položené oblasti	31
2.2.1 Změny v pobřežních oblastech Evropy	33
2.3 Zdroje pitné vody	35
2.3.1 Zdroje pitné vody v Evropě	37
2.4 Ekosystémy	40
2.4.1 Změny v ekosystémech Evropy	45
2.5 Produkce potravin a lesních produktů	46
2.5.1 Produkce potravin a lesních produktů v Evropě	48
2.6 Lidské zdraví	49
2.6.1 Důsledky pro zdraví v Evropě	51
2.7 Závěr	52
3 OPATŘENÍ EU V OBLASTI ZMÍRŇOVÁNÍ KLIMATICKÉ ZMĚNY A ADAPTACE NA DŮSLEDKY	55
3.1 Opatření na zmírňování klimatické změny	55
3.1.1 Rámcová úmluva o klimatických změnách	56
3.1.2 Kjótský protokol	56
3.1.3 Evropský program pro změnu klimatu	59
3.1.4 Konference OSN o klimatické změně 2007	68
3.2 Opatření na adaptaci na klimatickou změnu	70
3.2.1 Adaptace dle Evropského programu pro změnu klimatu	71
3.3 Ekonomické vyhodnocení opatření na zmírňování a adaptaci na klimatickou změnu	73
3.3.1 Ekonomické aspekty klimatické změny podle Sternovy zprávy	74
3.3.2 Ekonomické aspekty klimatické změny dle zprávy Evropské komise o dopadech a nákladech klimatické změny	75
3.4 Závěr	77
ZÁVĚR	79
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	81

ÚVOD

Klimatická změna se v poslední době stala častým tématem debat jak na politické, vědecké, tak laické úrovni. Podnětem k rozsáhlejší diskuzi se stalo mimo jiné vydání Čtvrté hodnotící zprávy Mezivládního panelu pro změnu klimatu počátkem minulého roku. Vědci, kteří se na vypracování zprávy podíleli, došli s 90% jistotou k závěru, že člověk svou činností přispívá ke změně klimatu. V současné době tedy probíhá živá diskuze o tom, zda člověk klima svou činností ovlivňuje a do jaké míry, či na změnu klimatu vliv nemá. Jednou z hlavních otázek, týkajících se změny klimatu, je, zda by měla být přijímána určitá opatření a případně v jaké míře, či zda by měl vývoj pokračovat stejným směrem jako doposud.

Důležitou roli při zmírňování klimatické změny hraje Evropská unie. Přesto, že vliv člověka na změnu klimatu nebyl doposud stoprocentně prokázán, od počátku Evropská unie podporovala mezinárodní aktivity zacílené na řešení problematiky klimatické změny, ať již jde o opatření zaměřená na její zmírňování, tak opatření v oblasti adaptace. Členství České republiky v Evropské unii znamená, že přijímaná opatření na úrovni Evropské unie se dotýkají nejen české politické scény, ale také českých podniků a jednotlivých občanů. Finanční prostředky vynaložené Evropskou unií na jakákoli opatření týkající se změny klimatu se tedy přímo dotýkají také České republiky, která je přispěvatelem do unijního rozpočtu.

Diplomová práce je orientována na klimatickou změnu a její důsledky pro Evropu a na možnosti, které má EU k dispozici pro zmírňování a adaptaci na následky klimatické změny. Cílem práce je vymezit problematiku klimatické změny, charakterizovat probíhající a očekávané následky klimatické změny pro Evropu a analyzovat opatření podporovaná a přijímaná Evropskou unií v oblasti zmírňování klimatické změny a adaptace na ni.

Práce je rozdělena do třech hlavních kapitol. První kapitola je zaměřena na obecnou charakteristiku klimatické změny, na vlivy které ji vyvolávají a také na současnou diskuzi, kterou klimatická změna podněcuje. Kapitola má za úkol objasnit základní vazby mezi činností člověka a klimatickou změnou, přičemž pozornost je věnována také vývoji

klimatických změn v minulosti, které byly způsobeny přírodními činiteli. Pozornost je dále věnována diskuzi, která je vedena na téma, zda činnost člověka je faktorem ovlivňujícím klima nebo naopak není.

Druhá kapitola popisuje důsledky klimatické změny, která ovlivňuje různou měrou téměř všechny oblasti. Jednotlivé podkapitoly jsou nejdříve zaměřeny na změny způsobené klimatickou změnou globálně a poté konkrétně na změny probíhající v Evropě.

Třetí kapitola analyzuje opatření, která jsou v oblasti zmírňování klimatické změny a adaptace na ni podporována a přijímána Evropskou unií. Součástí kapitoly je také komparace ekonomických studií, zabývajících se náklady a výnosy přijímaných opatření na zmírňování průběhu klimatické změny. Výsledky studií jsou často podkladem pro politická rozhodnutí, zda je vhodné přijímat již nyní určitá opatření, nebo pokračovat v současném vývoji.

Při zpracování diplomové práce jsem vycházela jak ze zdrojů zabývajících se problematikou klimatické změny obecně, tak ze zdrojů zabývajících se následky klimatické změny pro Evropu. Jde např. o odborné studie a dokumenty publikované Mezivládním panelem pro změnu klimatu, Evropskou agenturou pro životní prostředí, Evropskou komisí, dále o úmluvy, programové dokumenty pro oblast klimatické změny přijaté na mezinárodní úrovni či v rámci EU.

1 VYMEZENÍ PROBLEMATIKY KLIMATICKÉ ZMĚNY

Vydání Čtvrté hodnotící zprávy Mezivládního panelu pro změnu klimatu (IPCC) vyvolalo rozsáhlou diskusi o klimatické změně a o vlivu lidské činnosti na tyto změny. Předposlední předpověď klimatologů z roku 2001 uváděla, že vliv lidské činnosti na změnu klimatu je jistý z 66 %. Z poslední hodnotící zprávy z roku 2007 vyplývá, že dopady lidské činnosti na klimatickou změnu jsou jisté již z 90 %. Výsledky této zprávy by měly být varováním před dalším nezodpovědným chováním člověka k životnímu prostředí. První kapitola diplomové práce vychází především právě ze zpráv vydaných Mezivládním panelem pro změnu klimatu.

1.1 *Klima a klimatický systém*

Abychom porozuměli změně klimatu, je důležité nejprve pochopit dva základní pojmy - klima a klimatický systém.

Klimatický systém je komplexní systém, který zahrnuje atmosféru, zemský povrch, sněh, led, oceány a ostatní skupenství vody a žijící organismy.¹ Tento systém je velmi složitý a probíhá v něm velké množství různých procesů. I malý zásah do tohoto systému může mít dalekosáhlé důsledky.

„*Klima* je dlouhodobý charakteristický režim počasí, podmíněný bilancí energie, atmosférickou a oceánskou cirkulací, vlastnostmi zemského povrchu, činností člověka atd. Na vytváření zemského klimatu se tedy nepodílí pouze atmosféra, ale i procesy v oceánech, na pevninách, v ledovcích a v biosféře. Lze tedy říci, že klima (nebo podnebí) je "průměrné počasí" za několik desetiletí.“² Ke změně klimatu dochází neustále a bude k ní docházet i v budoucnosti. Tyto změny jsou ovlivněny astronomickými i dalšími

¹ SALOMON, S. et al. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. 2007. s. 96.

² ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. *Základní informace o změně klimatu, příčinách a podadech* [on-line]. Vystaveno 30. 7. 2007 [cit. 2007-12-20]. Dostupné na Internetu: <http://www.chmi.cz/cc/inf/index.html>.

přírodními faktory, kterými jsou např. změny dráhy, po které Země obíhá kolem Slunce³ nebo výkyvy sluneční aktivity. Tyto a další faktory nejsou zapříčiněny člověkem. Na druhou stranu existuje mnoho faktorů ovlivňujících klima, které vyvolává člověk svou činností, např. emise skleníkových plynů, kácení deštných pralesů, které mají schopnost tyto plyny vázat aj.

Současné podmínky, které panují na Zemi, jsou výsledkem vlastností, které má vzdušný obal, jež Zemi obklopuje. Tento obal se nazývá atmosféra a skládá se z několika vrstev. Jednotlivé vrstvy atmosféry se liší svou teplotou a směrem teplotní křivky (gradient).

Nejnižší vrstvou je *troposféra*. Dosahuje v průměru do výšky 12 kilometrů nad zemským povrchem a obsahuje 80 % veškerých atmosférických plynů. Spodní třetina troposféry je jedinou dýchatelnou částí celé atmosféry. Teplotní křivka je v troposféře vertikální, tzn. že nejteplejší je směrem dolů a s každým kilometrem se ochlazuje přibližně o 6,5 °C. Zvláštností je, že její severní a jižní polovina rozdělené rovníkem se téměř nemísí. Další vrstvou je *stratosféra*, která je naopak od troposféry směrem vzhůru stále teplejší. Důvodem je, že v horní části této vrstvy se nachází ozon, který zachycuje energii ultrafialového záření a vyzařuje ji ve formě tepla. Třetí vrstvou je *mezosféra*, která se nachází přibližně 50 km nad zemským povrchem. Je nejstudenější vrstvou celé atmosféry, teploty zde dosahují až -90 °C. Poslední vrstvou je *termosféra*. Je tvořena malým množstvím řídkého plynu a rozprostírá se daleko do vesmíru. Teploty zde dosahují více než 1000 °C. V této vrstvě vzniká polární záře.

Teplota Země závisí na množství přijímaného světla ze Slunce, na množství slunečního světla, které je odraženo zpět do vesmíru a na množství tepla, které zadržuje atmosféra. Množství energie, které v průměru proniká během dne horními vrstvami atmosféry každou vteřinu, je přibližně 342 Wattů/m². Z toho zemský povrch odráží zpět do vesmíru přibližně 30 W/m² a mraky nebo atmosférické plyny 77 W/m². Atmosférou je absorbováno 67 W/m² a zemským povrchem 168 W/m², celkem tedy přibližně 240 W/m². K vyvážení přicházející energie musí Země přibližně stejné množství také vyzařovat. Všechno na zemi vyzařuje neustále dlouhovlnné nebo-li infračervené záření. Jde o tepelnou energii a čím je objekt teplejší, tím více tepelné energie vyzařuje. K vyprodukování záření o velikosti 240 W/m²

³ Milankovičovy cykly jsou jedním z faktorů, které řídí proměny zemského klimatu. Mezi tyto 3 cykly patří dráha oběhu Země kolem Slunce, sklon zemské osy a kolísání zemské osy.

za vteřinu, by měl mít povrch teplotu přibližně $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$. To je mnohem méně než je průměrná teplota na Zemi, která činí $14\text{ }^{\circ}\text{C}$.⁴ Důvodem, proč je zemský povrch takto teplý, je přítomnost tzv. skleníkových plynů.

1.2 Skleníkový efekt

Teplota Země je určována rovnováhou mezi energií přicházející ze Slunce a energií vyzařovanou povrchem Země zpět do vesmíru. Čistá atmosféra umožňuje záření ze Slunce prostupovat na zemský povrch a ohřívat ho. Povrch vyzařuje tuto energii zpět ve formě infračerveného záření, které je částečně pohlcováno atmosférou a mraky a vyzařováno opět na zemský povrch. Tento mechanismus je znám jako skleníkový efekt a plyny, které ho způsobují jsou nazývány skleníkovými plyny. Bez přirozeného skleníkového efektu by teplota na Zemi byla pod hranicí bodu mrazu. Grafické znázornění skleníkového efektu viz příloha č. 1.

Hlavní skleníkové plyny

Skleníkové plyny jsou ty, které mají schopnost zadržovat dlouhovlnné záření nebo-li tepelnou energii. Jakmile plyny teplo zadrží, opět jej vyzařují zpět k Zemi. Tyto plyny zadržují tepelnou energii blízko zemského povrchu, a tak naši planetu ohřívají. Mezi nejdůležitější skleníkové plyny patří vodní pára, oxid uhličitý, metan a oxid dusný. Nejvýznamnější jsou halogenované uhlovodíky.

V rovníkových oblastech, které jsou vlhké a je zde velké množství vodní páry ve vzduchu, je skleníkový efekt velký. Přidání dalšího malého množství oxidu uhličitého nebo vodní páry má pouze malý přímý dopad na zpětné infračervené záření. Naopak v chladných, suchých polárních regionech je účinek malého zvýšení CO_2 nebo vodní páry mnohem větší. Totéž platí pro chladné, suché horní vrstvy atmosféry, kde malé zvýšení těchto plynů má mnohem větší vliv na skleníkový efekt, než by stejné množství mělo blízko zemského povrchu. Globální emise skleníkových plynů v letech 1970 – 2004 jsou uvedeny v příloze č. 2.

⁴ SALOMON, S. et al. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. 2007. s. 97.

Oxid uhličitý (CO₂)

Oxid uhličitý je mezi skleníkovými plyny zastoupen nejvíce. Jedná se o nejdůležitější antropogenní skleníkový plyn, který vzniká především při spalování fosilních paliv (uhlí, benzín, nafta a zemní plyn). Největším producentem CO₂ a tedy znečišťovatelem jsou uhelné elektrárny, které produkují téměř čtyřikrát více CO₂ na jednotku vyrobené energie než paroplynové elektrárny. Produkce CO₂ připisovaná provozu jaderných elektráren je zanedbatelná. Zpráva, kterou vydala Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD), srovnává různé energetické zdroje podle vytvořeného množství emisí CO₂. Jaderná elektrárna vygeneruje 11 až 22 gramů CO₂ na kWh vyrobené elektřiny, větrná elektrárna až 37 gramů, při použití biomasy je to až 62 gramů, plynu 385 gramů a uhelná elektrárna vyprodukuje téměř 755 gramů CO₂.⁵

Koncentraci CO₂ v atmosféře ukazuje *Keelingova křivka*⁶ (viz obr. 1.1). Jde o graf ukazující vývoj množství CO₂ od roku 1958, kdy se s měřením začalo. Podle závěrů IPCC se koncentrace CO₂ zvýšila z přibližně 280 ppm⁷ v předindustriálním období (před rokem 1750) na 379 ppm v roce 2005. Lidská měření a záznamy klimatických změn v minulosti zahrnují období pouze 150 let. Ke zjišťování historických změn klimatu se používají paleoklimatologické záznamy ze stromů, korálů, sedimentů, ledovců a jiných přírodních zdrojů. Podle vědeckých záznamů získaných z ledovcových vrtů, množství CO₂ v atmosféře za posledních 650 000 let nikdy nepřekročilo hranici 300 ppm, jako je tomu v současnosti.⁸

⁵ IDG Czech, a.s. Science World. *Jaderná elektrárna ušetří miliony tun emisí skleníkových plynů* [on-line]. Vystaveno 2. 8. 2006 [cit. 2007-12-26] Dostupné na Internetu:

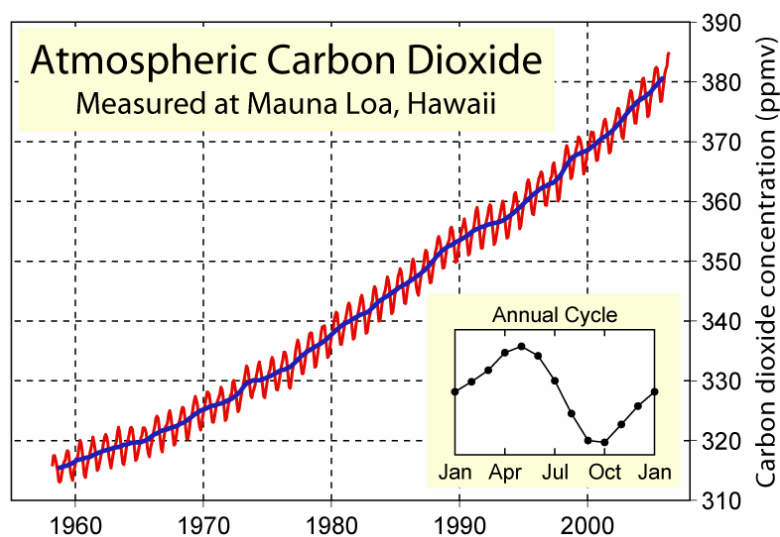
<http://www.scienceworld.cz/sw.nsf/ID/5AA199A8FB669E5BC12571BD00479CA8>

⁶ Charles Keeling – klimatolog, který začal spolu s Rogerem Revellem v padesátých letech měřit koncentraci CO₂ v atmosféře na hoře Mauna Loa na Havaji.

⁷ ppm – parts per milion (částic z milionu). Vyjadřuje počet částic dané látky z milionu.

⁸ GORE, A. *Nepřijemná pravda*. 2007. s. 66.

Obr. 1.1 Keelingova křivka, 1958 – 2005 (v ppm)



Zdroj: WIKIPEDIA. Dostupné na Internetu: http://en.wikipedia.org/wiki/Keeling_Curve

Keelingova křivka (na obrázku červená čára) ukazuje sezónní kolísání množství CO_2 v atmosféře, které je způsobeno střídáním ročních období. Většina zemského povrchu a tím také vegetace se nachází na sever od rovníku. Je-li severní polokoule natočena blíže ke Slunci, nastává zde jaro nebo léto. V tomto období vegetace roste a vstřebává více oxidu uhličitého, množství CO_2 v atmosféře klesá. Naopak během podzimu a zimy dochází rozkladem a tlením k uvolňování CO_2 a jeho koncentrace opět roste. Po každém podzimu a zimě však zůstává v atmosféře větší množství CO_2 než předtím.

Z každých deseti tisíc molekul připadají méně než čtyři na CO_2 . Můžeme tedy říct, že se vyskytuje vzácně a přesto, že nemá takovou schopnost pohlcovat teplo, zůstává v atmosféře dlouhodobě. Asi 56 % veškerého CO_2 , který kdy vznikl při spalování fosilních paliv je stále v ovzduší⁹. Lidskou činností se do atmosféry každoročně dostává stále více a více oxidu uhličitého. Pro rok 2006 je tento antropogenní příspěvek vypočten na 8 miliard tun. Pro srovnání v letech 1990 – 1999 se objem emisí CO_2 ze spalování fosilních paliv a produkce cementu pohyboval v rozmezí 6,1 – 6,5 miliard tun ročně. V letech 1999 – 2005 však objem emisí postupně rostl z 6,5 na 7,8 miliard tun.¹⁰

Dalším významným skleníkovým plynem je metan.

⁹ FLANNERY, T. *Měníme podnebí. Minulost a budoucnost klimatických změn*. 2007. s. 32.

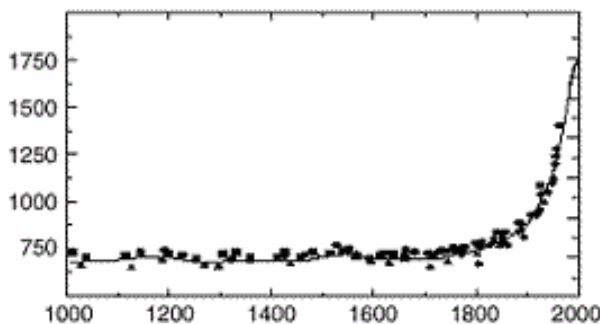
¹⁰ SALOMON, S. et al. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. 2007. s. 139.

Metan (CH₄)

Po oxidu uhličitém je metan druhým nejdůležitějším skleníkovým plynem. V atmosféře tvoří pouze 1,5 částice z milionu, avšak při zadržování tepelné energie je více než 20krát účinnější než CO₂. Množství metanu v ovzduší se zvýšilo z přibližně 715 ppb¹¹ v předindustriální době na 1774 ppb v roce 2005.

Metan produkují mikrobi, kteří žijí v prostředí s nedostatkem kyslíku, proto se vyskytuje v bažinách a mokřinách. Vzniká při pěstování rýže, intenzivním chovu dobytka, těžbě uhlí a uvolňuje se při hnilobných procesech na odpadních skládkách a při jejich průmyslovém zpracování. Je hlavní složkou zemního plynu. Metan má krátkou životnost, občas se však uvolňuje v obrovském množství a tím vzniká pozitivní zpětná vazba v podobě oteplování planety. Pozitivní zpětnou vazbu můžeme vysvětlit na příkladu uvolnění metanu. V permafrostu (věčně zmrzlé půdě) a na mořském dně v podobě klatrátů¹², je uloženo velké množství metanu a CO₂. Při zvýšení teplot by došlo k tání klatrátů a tím k uvolnění významného množství metanu, který by v atmosféře, jako významný skleníkový plyn, zadržoval více tepla než CO₂. Obrázek 1.2 ukazuje vývoj koncentrace metanu v atmosféře.

Obr. 1.2 Koncentrace metanu v atmosféře, 1000 - 2000 (v ppb)



Zdroj: UNEP/GRID, 2001. Dostupné na Internetu:
http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/figts-8.htm. Vlastní úprava.

Vzácnějším skleníkovým plynem než metan, ale účinnějším při zadržování tepla než CO₂ je oxid dusný.

¹¹ ppb – part per billion (částic z bilionu). Vyjadřuje počet částic dané látky z bilionu.

¹² Klatrát – shluky molekul ledu a metanu, které obsahují velké množství stlačeného plynu.

Oxid dusný (N₂O)

Oxid dusný, známý také jako rajský plyn, je vzácnější, ale při zadržování tepla asi 300krát účinnější než CO₂. Je vzácnější než metan, ale narozdíl od něj v atmosféře přetrvává až 150 let. V předindustriální době byla koncentrace N₂O asi 270 ppb, v roce 2005 dosahovala hodnot přibližně 319 ppb.

Třetina emisí oxidu dusného je způsobena spalováním fosilních paliv, zbytek vzniká při spalování biomasy a používáním dusíkatých hnojiv. Lidskou činností vzniká mnohonásobně větší množství oxidu dusného, než jaké by byly pouze jeho přírodní zdroje. To má za následek, že v atmosféře je přibližně o 20 % více N₂O než na počátku průmyslové revoluce.

Halogenované uhlovodíky

Ze všech skleníkových plynů jsou halogenované uhlovodíky nejvzácnější. Patří sem např. HFC - hydrofluoruhlovodíky, CFC – chlorofluoruhlovodíky aj. Jsou výsledkem lidské činnosti, neboť dokud nezačaly být produkovány chemickým průmyslem, vůbec neexistovaly. V atmosféře mohou některé z nich zůstat až několik století a při zadržování tepelné energie jsou mnohem účinnější než CO₂, např. dichlortrifluoretan, používaný dříve v ledničkách, je až 10 000krát účinnější při zadržování tepelné energie než CO₂. Díky dohodě o jejich regulaci, kvůli ozónové díře, koncentrace těchto plynů vesměs buď klesají, nebo se jejich nárůst alespoň zbrzdil.

1.3 Vývoj klimatu v minulosti a současnosti

Studiem klimatu minulých let se zabývá paleoklimatologie. Existuje několik důvodů pro studium historického klimatu, např. porozumění změnám klimatu, které se odehrály v minulosti, nám pomáhá pochopit, jak se může změnit klima v budoucnosti nebo jaký vliv na tyto změny má lidská činnost či přírodní procesy. Záznamy minulých klimatických změn ze satelitů a lidského měření zahrnují období pouze 150 let. Ke zjišťování historického klimatu se proto používají paleoklimatologické záznamy ze stromů (u stromů

se tvoří širší letokruhy při teplejším počasí), korálů, sedimentů, ledovců a jiných přírodních zdrojů.

Klimatické záznamy za posledních více než tisíc let jasně ukazují, že globální teplota ve 20. století významně vzrostla a oteplení jako dnešní nemá za posledních 1200 let obdoby.

Ledovcové vrty

Po celém světě se provádí vrty a odebírají se vzorky ledu z ledovců, podle kterých jsou zjišťována data o klimatu, sahající do dob, ze kterých neexistují žádné záznamy. Vzorky jsou odebírány pomocí různě hlubokých vrtů, kdy se získávají dlouhé válce obsahující led, který se na daném místě ukládal každý rok po několik staletí. Vědci dokáží z ledovcových vzorků určit každý uplynulý rok podle tání a mrznutí, které zanechává v ledu výraznou čáru. Ledové jádro je tvořeno sněhem, který napadl v minulosti. Při padání sněh zachytává vzduch, který je pak v podobě drobných bublinek uvězněn v ledu. Nejdůležitějšími nositeli informací jsou izotopy kyslíku (^{16}O a ^{18}O) a uhlíku (^{12}C a ^{13}C). Vědci dokáží změřit, kolik CO_2 bylo v atmosféře v daném roce a podle poměru izotopů kyslíku zjistit teplotu atmosféry v jednotlivých letech. V Antarktidě měření koncentrací CO_2 a teploty sahá do doby před 650 000 lety. Za tuto dobu koncentrace CO_2 a teplota nikdy nepřekročily dnešní hodnoty.¹³

1.3.1 Změny klimatu v minulosti

Paleoklimatologické informace podporují výklad, že teploty poslední poloviny 20. století jsou v uplynulých nejméně 1300 letech neobvyklé. V průběhu 2. poloviny 20. století byly teploty na severní polokouli pravděpodobně vyšší než v průběhu jakéhokoli jiného padesátiletého období za posledních 500 let a pravděpodobně nejvyšší za posledních nejméně 1300 let¹⁴.

Nejstarší známá klimatická anomálie se odehrála před 55 miliony let. Teplota zemského povrchu se prudce zvýšila o 5 až 10 °C. Podle vzorků mořských sedimentů z hloubky více

¹³ FLANNERY, T. *Měníme podnebí. Minulost a budoucnost klimatických změn*. 2007. s. 49.

¹⁴ SALOMON, S. et al. *Climate Change 2007*. 2007. s. 465.

než dva tisíce metrů vědci zjistili, že tato vrstva leží nad vrstvou, která je silně narušená kyselým prostředím, což je důkaz okyselení oceánu. K tomu dojde, pokud mořská voda absorbuje velké množství CO_2 . Zvláštní je rychlost změn, které vedly k oteplení. Tyto změny trvaly asi jen několik desítek nebo stovek let. V roce 2004 se zjistilo, že v dané době došlo k náhlému uvolnění obrovského množství uhlíku, toto uvolňování probíhalo od několika málo po desítky let. Koncentrace CO_2 v atmosféře se zvýšila z asi 500 ppm na 2000 ppm. Norští vědci, zkoumající tuto anomálii, došli k závěru, že změnu klimatu způsobilo uvolnění velkého množství zemního plynu v severním a středním Atlantiku. Většina metanu se do atmosféry ani nedostala, protože „shořela“ (došlo ke sloučení s kyslíkem v mořské vodě) pod vodou. Do atmosféry se tedy dostal jen CO_2 . Zemi trvalo minimálně 20 000 let, než plankton v moři přebytečný uhlík absorboval.

Souvislost s dnešní situací můžeme vidět v příčinách tehdejšího oteplení, kdy došlo k prudkému nárůstu skleníkových plynů v atmosféře. Změnu klimatu před 55 miliony let způsobil obrovský výron zemního plynu, převážně v podobě metanu. Důležitou roli zde mohly sehrát klatráty, které se dodnes hojně vyskytují v mořských hlubinách. Při zvýšení teploty by mohlo dojít k jejich tání, a tím k uvolnění metanu, stejně tak, jako se to podle vědců stalo právě před 55 miliony lety. Rozdílem je, že v té době bylo již před katastrofou množství CO_2 v atmosféře dvakrát vyšší než nyní. Pravděpodobně neexistovalo tolik rozmanitých podob života, jaké dnes nacházíme po celém světě, přesto došlo k hromadnému vymírání druhů, které se dnes již nevyskytují. Pokud by se tedy z nějakých příčin odehrál na Zemi podobný klimatický scénář jako v minulosti, mohlo by dojít k vyhynutí mnohem většího množství druhů a možná by to znamenalo také konec celé geologické éry¹⁵.

Za poslední dva miliony let se vystřídalo kolem padesáti dob ledových. Poslední doba ledová vrcholila 18 000 let před n.l. Během posledního tisíciletí docházelo také ke změnám klimatu. 9. – 14. století je považováno za období „teplého středověku“ a naopak 16. – 19. století za období „malé doby ledové“, kdy se však střídaly chladné a teplé výkyvy klimatu. Podle měření se v teplých obdobích zároveň vyskytovaly i nadprůměrné koncentrace CO_2 , ty ale nikdy nepřekročily hranici 300 ppm, jako je tomu nyní. Klimatické změny v té době byly způsobeny přírodními faktory, neovlivnitelnými člověkem. Teprve

¹⁵ FLANNERY, T. *Měníme podnebí. Minulost a budoucnost klimatických změn*. 2007. s. 51 – 53.

po průmyslové revoluci koncentrace CO₂ výrazně rostou a ve 20. století překročily hranici 300 ppm.

1.3.2 Změna klimatu v současnosti

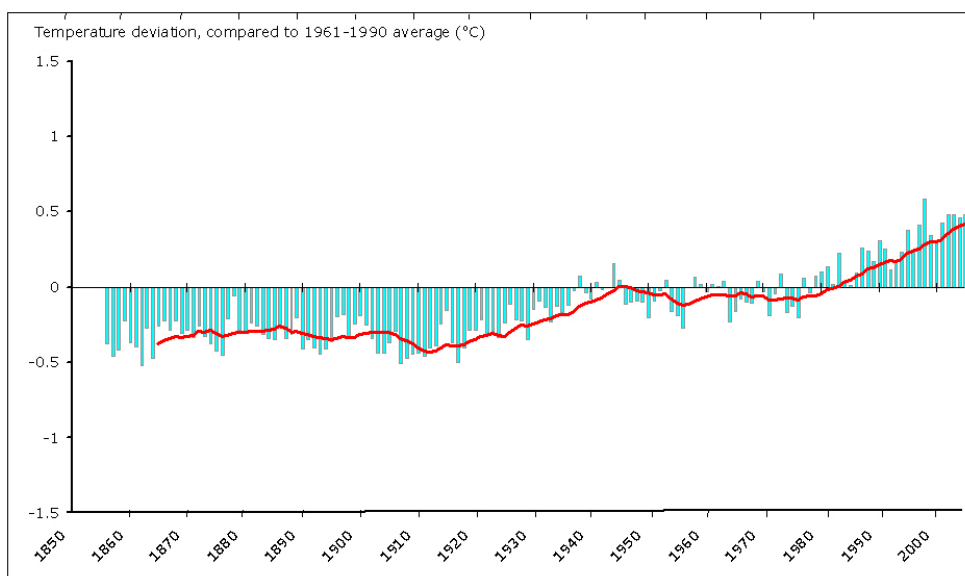
Před mnoha miliony lety vznikla přeměnou organické hmoty z odumřelých těl organismů v prostředí bez přístupu vzduchu fosilní paliva. Jsou to paliva energeticky velmi bohatá. Patří sem ropa, uhlí a zemní plyn. Rostliny a živé organismy, které se přeměnily ve fosilní paliva, během svého života vstřebávaly atmosférický oxid uhličitý. Např. uhlí vzniká v mokřinách, kde odumřelá vegetace klesá do močálů a kde nedostatek kyslíku brání jejímu rozkladu. Na sebe se tak vrší jedna vrstva odumřelé vegetace za druhou. Pomalu se mění chemické složení tohoto organického materiálu, ze kterého může vzniknout například právě uhlí, které je nejrozšířenějším fosilním palivem. Spálíme-li uhlí, uvolní se do atmosféry uhlík, který v ní necirkuloval po miliony let. Při spálení tuny uhlí se uvolní 3,7 tun CO₂.

Jako první Evropané začali uhlí ve velkém množství používat Angličané. V roce 1700 se v Londýně spotřebovalo tisíc tun uhlí denně. V roce 1882 byla otevřena první uhelná elektrárna. I přes známý škodlivý vliv na životní prostředí má být v letech 1999 – 2009 otevřeno ve světě 249 uhelných elektráren, z toho téměř polovina v Číně.¹⁶ V průměru slouží tepelné elektrárny asi 50 let, avšak jimi vyprodukovaný CO₂ zůstává v atmosféře stovky let po jeho vzniku. Od začátku průmyslové revoluce se Země oteplila o 0,63 °C. Za hlavní příčinu je podle Mezivládního panelu pro klimatickou změnu považováno právě zvýšení koncentrace CO₂ v atmosféře. Zejména v posledních několika desetiletích došlo k nárůstu spotřeby fosilních paliv.

Níže uvedený graf znázorňuje výsledky měření vzestupu světové teploty od 60. let 19. století. V jednotlivých letech se zdá, že globální teplota klesá, celková tendence je však stoupající. Vzestup je v posledních letech stále rychlejší. Z grafu lze vyčíst, že 20 z 21 nejteplejších let bylo zaznamenáno v poslední čtvrtině 20. století.

¹⁶ FLANNERY, T. *Měníme podnebí. Minulost a budoucnost klimatických změn*. 2007. s. 70.

Obr. 1.3 Odchylyky teplot od průměru let 1961 – 1990, 1850 - 2005 (°C)



Zdroj: EEA. Dostupné na Internetu: <http://dataservice.eea.europa.eu/atlas/viewdata/viewpub.asp?id=2510>

Rok 2005 byl jedním ze dvou nejteplejších let podle záznamů, druhým byl rok 1998. Roky 2002 až 2004 jsou třetím, čtvrtým a pátým nejteplejším rokem v řadě od roku 1850. Teploty v roce 2006 byly podobné průměru teplot z posledních pěti let.

Až do roku 2004 se tvrdilo, že hurikány se v jižním Atlantiku nevyskytují. V tento rok ale poprvé hurikán zasáhl Brazílii. V roce 2004 se objevila zpráva, že Antarktida se od svého severního výběžku začíná zelenat.¹⁷ Během polárního léta v roce 2004 se objevily rozsáhlé louky pokryté rostlinou metlicí (*Deschampsia antarctica*) na místech, kde se dříve vyskytovaly sněhové bouře. Dochází ke zrychlování dezertifikace (rozšiřování pouští) a vysychání velkých vodních ploch. Výzkumníci Camille Parmesanová a Gary Yohe zjistili, že od 50. let minulého století dochází náhle k migraci živočišných druhů směrem od rovníku průměrně o šest kilometrů za každých deset let, migrace do vyšší nadmořské výšky průměrně o 6,1 metru za každých deset let, známky jara přichází o 2,3 dne dříve každých deset let. Podle studie Massachusetts Institute of Technology (MIT) z roku 2005 velké bouře v Atlantském a Tichém oceánu trvají ve srovnání se 70. léty 20. století o polovinu déle a jejich intenzita vzrostla přibližně o 50 %.¹⁸

¹⁷ FLANNERY, T. *Měníme podnebí. Minulost a budoucnost klimatických změn*. 2007. s. 85.

¹⁸ MIT News Office. *Hurricanes growing fiercer with global warming* [on-line]. Vystaveno 26. 10. 2005 [cit. 2007-12-28]. Dostupné na Internetu: <http://web.mit.edu/newsoffice/2005/hurricanes.html>.

1.4 Modelování klimatu

Klimatické modely jsou založeny na fyzikálních a chemických procesech, které probíhají v klimatickém systému. Tyto procesy jsou navzájem propojeny složitým systémem zpětných vazeb. Procesy, které v klimatickém systému probíhají, jsou pro účely modelů popisovány soustavami rovnic, avšak ne všechny procesy lze těmito rovnicemi popsat, a proto jsou modely pouze přibližným popisem reality. Od počátku studia klimatu došlo k výraznému pokroku ve vývoji počítačových modelů a jejich spolehlivost je dnes na vysoké úrovni. Velmi se snížily nepřesnosti v simulacích. Došlo ke zlepšení modelování nízkých mraků nad mořskou hladinou, což je důležité ke správnému modelování povrchové teploty nad mořem v měnícím se klimatu. Ke zlepšení došlo také v modelech simulujících proudění tepla v Atlantském oceánu. Významné nedostatky však zůstávají v simulaci mraků a tropických srážek.¹⁹

Klimatické modely jsou systémy s mnoha součástmi. Jsou testovány tak, že model běží s historickými daty a výsledky jsou poté porovnány se skutečnými výsledky pozorování. Nesrovnalosti výsledků testů a skutečného pozorování mohou odhalit chyby v modelech. Z tohoto důvodu je důležité testovat model také po jednotlivých částech, které jsou nezávislé na kompletním modelu.

Nedostatky klimatických modelů

Nedostatkem, který ovlivňuje výsledky klimatických modelů je, že některé fyzikální jevy nejsou dostatečně popsány, např. ohřev atmosféry, vznik srážek aj. Další nejistoty v předpovídání budoucího klimatu vycházejí především z neznalosti budoucího vývoje emisí skleníkových plynů, které klima oteplují, a aerosolů, které klima naopak ochlazují. Proto se pro projekci budoucího klimatu používají různé scénáře emisí (nízké nebo vysoké emise). Výstupem klimatického modelu je pouze jedna hodnota pro velké území a nezohledňuje tak fyzikální procesy, které jsou ovlivněny charakterem zemského povrchu, a které ovlivňují regionální klima.

¹⁹ SALOMON, S. et al. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. 2007. s. 592.

Výsledky klimatických modelů nejsou předpovědi klimatu. Klima nelze s jistotou předvídat, jelikož je závislé na mnoha faktorech, které nejsou předem známy. Je tedy nutné si uvědomit, že dané scénáře pouze popisují stavy klimatu v budoucnosti, které můžeme očekávat při splnění daných okolností, např. určité velikosti emisí. Nejpropracovanější klimatické modely se nacházejí v Hadleyově centru pro předpověď klimatu ve Velké Británii, Národní laboratoři Lawrence Livermore v Kalifornii a v Meteorologickém institutu Maxe Plancka v Německu. Nezávislý audit za světovou špičku prohlásil Hadleyovo centrum.²⁰

Atmosféricko-oceánské všeobecné cirkulační modely

Nejkomplexnější klimatické modely, které k simulaci podnebí využívají trojrozměrné modely průměrné cirkulace atmosféry. Vycházejí z numerického modelu atmosféry²¹, který je používán k předpovědi počasí. Atmosféricko-oceánské všeobecné cirkulační (AOVCM) modely fungují většinou na základě sloučení modelů atmosféry a oceánu. Některé modely jsou spojeny také s dynamickým modelem mořského ledu. Tento druh modelů se využívá zejména ke studiu antropogenních vlivů na podnebí. Modely jsou schopny zachytit základní rysy klimatu na velkých územích, v současné době však vznikají také regionální klimatické modely. V Hadleyově centru poprvé v roce 1999 přidali k tomuto modelu model uhlíkového cyklu, takže AOVCM může předpovídat změny v koncentraci CO₂.

Atmosférické všeobecné cirkulační modely

Skládá se z trojrozměrného vyjádření atmosféry spojeného se zemským povrchem a kryosférou²². Atmosférický všeobecný cirkulační model (AVCM) je podobný modelu, který se používá pro předpověď počasí, ale výsledkem jsou předpovědi na desetiletí nebo století s menšími detaily. AVCM je vhodný pro studium atmosférických procesů, proměnlivost klimatu a jeho reakcí na změny teplot hladin moří.

²⁰ FLANNERY, T. *Měníme podnebí. Minulost a budoucnost klimatických změn*. 2007. s. 131.

²¹ Numerický model atmosféry obsahuje popisy základních dynamických a fyzikálních vlastností různých složek ovzduší a jejich vzájemného ovlivňování. Rovnice v modelu popisují procesy, ve kterých se veličiny jako atmosférický tlak a rychlost větru mění s časem a místem.

²² Kryosféra – označuje veškerý povrch Země, kde se voda nachází v pevném skupenství a zahrnuje mořský led, jezerní led, led na tekoucí vodě, sněhovou pokrývku, ledovce, ledové čepičky, ledové příkrovy a také trvale zmrzlou zem.

Oceánské všeobecné cirkulační modely

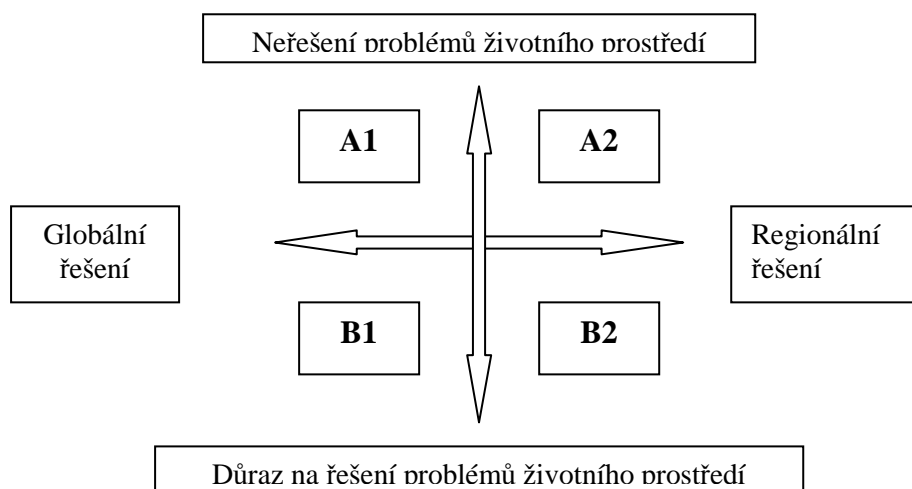
Oceánský všeobecný cirkulační model (OGCM) je oceánským protějškem k AVCM. Jde o trojrozměrné vyjádření oceánu a mořského ledu. Jsou vhodné pro studování oceánské cirkulace, vnitřních procesů a proměnlivosti, ale jsou závislé na datech o teplotě vzduchu nad povrchem a dalších atmosférických vlastnostech.

Existuje mnoho dalších modelů např. model uhlíkového cyklu, modely chemických procesů v atmosféře aj.

1.4.1 Scénáře klimatické změny

Východiskem pro tvorbu klimatických scénářů jsou výsledky klimatických modelů. Nejde o předpověď, ale každý scénář je spíše alternativním obrazem, jak se může v budoucnosti klima vyvíjet. Mezivládní panel pro změnu klimatu (IPCC) vytvořil čtyři hlavní skupiny emisních scénářů do konce 21. století. Scénáře se liší v různých předpokladech stupně socioekonomického vývoje světa, který zahrnuje např. míru růstu ekonomiky, způsoby a možnosti využívání palivo-energetických zdrojů, vývoj nových technologií, způsob ochrany životního prostředí apod. Podle emisních scénářů se koncentrace CO_2 ke konci 21. století mohou zvýšit v rozmezí 540 – 970 ppm, tzn. o 90 – 250 % oproti roku 1750.

Obr. 1.4 Schéma konstrukce emisních scénářů dle IPCC



Zdroj: CHMU. Dostupné na Internetu: http://www.chmu.cz/cc/inf/7_2.html

Scénář A1 – rychle rostoucí ekonomika a vývoj nových technologií. Růst populace do roku 2050, poté její pokles. Skupina se dále dělí na 3 podskupiny podle zdroje energie, který převažuje na A1F1 – fosilní paliva, A1T – bez fosilních paliv a A1B – rovnováha ve využívání všech paliv.

Scénář A2 – růst populace do roku 2100. Všechna opatření jsou prováděna na regionální úrovni. Pomalejší růst ekonomiky v porovnání se scénářem A1.

Scénář B1 – svět široce spolupracuje. Růst populace do roku 2050 a následně její pokles. Rozvoj infrastruktury, služeb, nových technologií. Ekonomika dosahuje středního růstu.

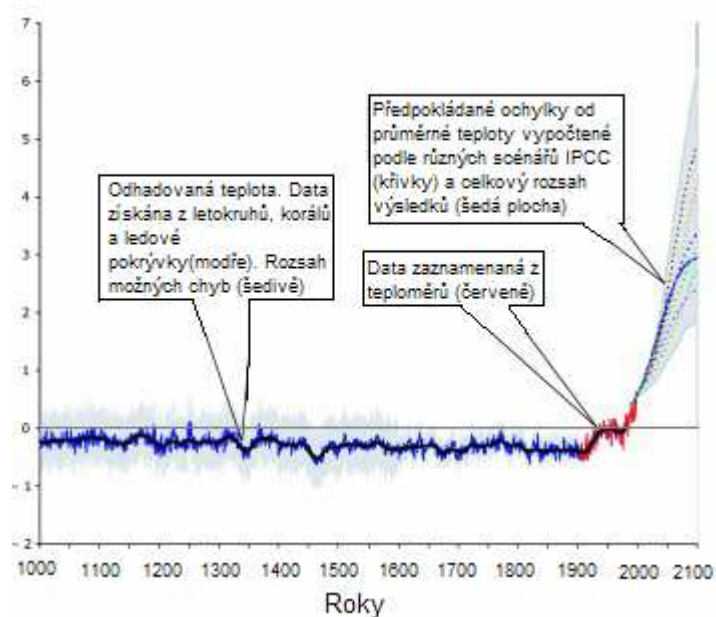
Scénář B2 – orientace na regionální řešení a trvale udržitelný rozvoj. Nižší růst populace než ve scénáři A2 a ekonomický pokrok pomalejší než v A1 a B1.

Důležitou hodnotou při tvorbě scénářů klimatické změny je velikost změny teploty, ke které dojde při zvýšení koncentrace CO₂ v atmosféře na dvojnásobnou hodnotu (asi 560 ppm) oproti koncentraci v předindustriálním období (asi 280 ppm). Na takovou hodnotu stoupne množství CO₂ při zachování současných trendů během druhé poloviny 21. století. S více než 2/3 pravděpodobností by za takových okolností došlo podle IPCC ke zvýšení teploty v intervalu o 2 – 2,5 °C. S 90% pravděpodobností bude zvýšení teploty vyšší než 1,5 °C.

Charakter a síla změn záleží na budoucím vývoji emisí a koncentraci skleníkových plynů a aerosolů v atmosféře. Scénář s vysokými emisemi předpokládá do konce 21. století růst teploty v intervalu 2,4 – 6,4 °C, oproti stavu z let 1980 – 1999. Nejpravděpodobnější výsledek je 4 °C. Scénář předpokládající snižování emisí uvádí s 2/3 pravděpodobností růst teploty v intervalu 1,1 – 2,9 °C. Nejpravděpodobnější výsledek je 1,8 °C. Důležité je, že výsledek snižování emisí se projeví až za několik desetiletí. Podle klimatických modelů dojde k největšímu oteplení nad pevninou a v nejvyšších zeměpisných šířkách na severní polokouli. Nejmenší oteplení by mělo naopak být v okolí Antarktidy a v části severního Atlantiku.

Obrázek 1.5 ukazuje vývoj teplot od roku 1000 n.l. Teploty jsou odhadnuty z letokruhů stromů, z korálů, ledovcových pokrývek (viz výše) atd. Z grafu je dále patrné, že ve 20. století se globální teploty začínají zvyšovat a podle nejrozumnějších scénářů, sestavených Mezivládním panelem pro klimatickou změnu, se odhaduje nadále výrazné stoupání teplot.

Obr. 1.5 Odchyly teplot od průměru z let 1961 – 1990, 1000 - 2000 (°C)



Zdroj: EEA. Dostupné na Internetu:

<http://dataservice.eea.europa.eu/atlas/viewdata/viewpub.asp?id=623>. Vlastní úprava.

Grafické znázornění vývoje emisních scénářů je uvedeno v příloze č. 3.

1.5 Důsledky klimatické změny

Následkem klimatické změny dochází ke změnám v objemu srážek, teplot, úrovně hladin moří a koncentraci oxidu uhličitého v atmosféře. Velikost a načasování dopadů se liší podle rozsahu a doby, kdy ke klimatické změně dojde, a v některých případech podle schopnosti adaptace na danou změnu. Podle různých scénářů možné klimatické změny, IPCC popisuje její důsledky v různých oblastech např. zdroje pitné vody a jejich řízení, ekosystémy, potraviny a lesní produkty, pobřežní a nízko položené oblasti, průmysl, sídla a společnost a zdraví.

Zdroje pitné vody a jejich řízení

Podle předpokladů, se do poloviny století průměrný roční říční odtok a vodní dostupnost ve vysokých zeměpisných šířkách a některých vlhkých tropických oblastech zvýší o 10 - 40 %. Naopak dojde ke snížení dostupnosti vody o 10 – 30 % v některých suchých regionech ve středních zeměpisných šířkách a v suchých tropech, přičemž některé z nich

jsou již nyní ve vodním stresu. Dojde ke snížení dostupnosti vody, která je zajišťována táním ledovců, v regionech, kde nyní žije více než šestina světové populace.

Ekosystémy

Odolnost a přizpůsobivost mnoha ekosystémů na klimatickou změnu či jiné přírodní změny (např. záplavy, sucha, požáry, okyselení oceánu aj.) bude překročena již během tohoto století. Problémem mohou být také změny ve využívání půdy, rostoucí znečištění, neudržitelná těžba zdrojů aj. Schopnost absorpce uhlíku pozemskými ekosystémy bude vrcholit zřejmě před první polovinou tohoto století a potom oslabí nebo se dokonce obrátí. Při zvýšení globální průměrné teploty o 1,5 - 2,5 °C bude mít pravděpodobně za následek vyhynutí nebo alespoň ohrožení existence 20 – 30 % známých rostlinných a živočišných druhů. Překyselení oceánů v důsledku rostoucí koncentrace oxidu uhličitého bude mít negativní dopady na mořské organismy, které si vytvářejí skořápky, např. koráli, a na nich závislých druzích.

Produkce potravin

Předpokládá se zvýšení rostlinné produkce ve středních a vysokých zeměpisných šířkách kvůli růstu místní teploty o 1 – 3 °C v závislosti na druhu plodin. V nižších zeměpisných šířkách, především v sezónně suchých a tropických regionech, se předpokládá snížení rostlinné produkce a dokonce malé zvýšení teplot v těchto oblastech, by mohlo zvýšit riziko hladu. Všeobecně se předpokládá zvýšení rostlinné produkce při zvýšení místních průměrných teplot v rozmezí o 1 – 3 °C, ale snížení při oteplení nad 3 °C. Negativně ovlivní rostlinnou produkci zvýšení intenzity a četnosti záplav nebo naopak suchých období.

Pobřežní a nízko položené oblasti

Kvůli změně klimatu a rostoucí hladině moří budou pobřeží vystavena rostoucím rizikům, včetně pobřežní eroze. Zvýšení povrchové teploty moře o 1 – 3 °C bude mít za následek častější blednutí korálů a jejich vymírání, pokud se oteplení nedokážou přizpůsobit. Koráli jsou velmi citliví na tepelnou zátěž a mají nízkou míru přizpůsobivosti. Miliony lidí budou každoročně ohroženy záplavami kvůli zvedání úrovně mořské hladiny. Zvláště v nebezpečí

jsou lidnaté a nízko položené oblasti, kde je velmi nízká adaptační kapacita a kde již nyní obyvatelé čelí nebezpečím, jako jsou tropické bouře nebo pokles místního pobřežního terénu. Přizpůsobit se změnám pobřeží, jako je např. vzrůstající hladina moří, je mnohem náročnější v rozvojových zemích, kde je již nyní omezená přizpůsobovací schopnost.

Průmysl, sídla a společnost

Výdaje a naopak výnosy ze změny klimatu pro průmysl, sídla a společnost se liší podle umístění. Všeobecně však efekty budou spíše negativní. Nejvíce zranitelná průmyslová odvětví, sídla a společnosti jsou ty, které leží v pobřežních a říčních oblastech, dále ty, jejichž ekonomiky jsou závislé na zdrojích citlivých na klima, a ty, které leží v oblastech náchylných k extrémním klimatickým událostem. Zejména chudé komunity, které mají omezenou adaptační kapacitu a jsou závislé na zdrojích citlivých na klima, jako je voda či dodávky potravin, mohou být velmi zranitelné.

Zdraví

Předpokládaná klimatická změna bude mít za následek pravděpodobně poškození zdraví milionů lidí, zvláště těch, kteří mají nízkou adaptační schopnost. Jedná se především o:

- zvýšení podvýživy a z toho vyplývající onemocnění, což má negativní vliv na dětský růst a rozvoj;
- zvýšení úmrtnosti, onemocnění a zranění kvůli vlnám veder, záplavám, bouřím, požárům a suchům;
- růst virových a bakteriálních onemocnění z důvodu výskytu přenašečů infekčních chorob jak ve vyšších zeměpisných tak nadmořských výškách;
- růst četnosti nemocí srdeční a dýchací soustavy, kvůli zvýšení koncentrace přízemního ozonu.

Studie v mírných podnebných oblastech ukázaly, že změna klimatu bude mít za následek také nějaké výhody, jako je např. méně úmrtí na následky mrazu. Celkově se však předpokládá, že tyto výhody budou převáženy zápornými zdravotními problémy z celosvětově rostoucích teplot, zejména pak v rozvojových zemích. Důležitou úlohu budou hrát faktory, které ovlivňují zdraví obyvatelstva, jako je např. vzdělání, úroveň zdravotní péče, infrastruktura, ekonomický rozvoj aj.

Vliv na sněhové pokrývky a ledovce

Podle klimatických scénářů pro 21. století se globální teploty změní v rozmezí +1,1 až +6,4 °C a srážky se změní v rozmezí -30 až +30 %. Takový růst teploty vzduchu bude pro ledovce znamenat pouze pokračování dramatických změn, které v nich probíhají již nyní. V první řadě budou na oteplování reagovat kontinentální ledovce. Modelové studie poukázaly, že evropské Alpy by ztratily přibližně 80 % jejich ledovcové pokrývky, pokud by letní teploty stouply o 3 °C. K vyrovnání ztrát ledovce by při každém oteplení o 1 °C musely srážky stoupnout o 25 %. Současné klimatické scénáře hovoří o možnosti, že při pokračování současného trendu tání ledovců, by mnoho horských oblastí mohlo přijít o ledovce do konce 21. století, možná dříve.

Rozsah následků klimatické změny se bude lišit především podle umístění daného regionu, vyspělosti ekonomiky, podmínek, které zde panují již nyní, tzn. zda dojde k ještě většímu zhoršení nebo naopak ke zlepšení životních podmínek, a na mnoha dalších faktorech. Všeobecně se však předpokládá, že negativní následky klimatické změny převýší ty pozitivní.

1.6 Názory na příčiny vzniku klimatických změn

Současná rozsáhlá diskuse na téma klimatické změny a globálního oteplování je vedena zejména mezi dvěma protichůdnými tábory. Jeden je tvořen zastánci názoru, že klimatická změna je výsledkem činnosti člověka, druhý odpůrci, kteří naopak tvrdí, že změna je výsledkem přirozeného přírodního cyklu. Kritici zastávají názor, že klimatická změna není vyvolána emisemi skleníkových plynů, ale přírodními faktory, jako je např. sluneční aktivita, či již zmíněné Milankovičovy cykly. Kritikům nahrává také fakt, že vliv oxidu uhličitého na změnu klimatu nebyl stoprocentně prokázán a všechny katastrofické scénáře jsou v rozporu s historickými zkušenostmi, kdy teplá období byla pro lidstvo dobrá a studená období naopak nepříznivá. Jelikož vědci pracují s určitou mírou nejistoty, jsou často obviňováni z nadhodnocování výsledků. Současná diskuse se opírá o tři základní otázky, a to: zda a jak moc se mění stávající klima? Je za změnu klimatu odpovědná lidská činnost a jestliže ano, do jaké míry? Jaké změny lze v budoucnu očekávat a jaká opatření

by měli lidé činit? Vědci, kteří nesdílejí stejné názory s IPCC zpochybňují věrohodnost jeho závěrů. Mezi diskutované rozpory patří zejména otázka shody odborníků, jaký vliv má CO₂ na oteplování a jaká je věrohodnost počítačových modelů, vliv sluneční aktivity na oteplování, vliv vyzařování z městských aglomerací na měření teplot aj.

Důležitým aspektem v diskusi o klimatické změně jsou média. V poslední době jsou často kritizována, že záměrně přehánějí katastrofické předpovědi a informace často zveličují, překrucují či vytrhují z kontextu. Média kritizují také klimatologové a ekologové. Ti navrhuji, že média by měla psát spíše než o katastrofických předpovědích o tom, jak problém řešit, co je nutné udělat. Naopak v chudších zemích Afriky, Asie a Latinské Ameriky se o změnách klimatu nepíše vůbec nebo jen okrajově. Důvodem může být fakt, že obyvatelé rozvojových zemí si myslí, že změna klimatu je problém vyvolaný bohatými průmyslovými státy.

Samotný IPCC je kritizován, že ve své poslední zprávě z roku 2007 zveličuje negativní dopady klimatické změny a zapomíná na možnosti adaptace lidstva na nové podmínky. Ve své druhé zprávě z roku 2007 IPCC odhaduje, že globální oteplování by v tomto století mohlo mít za následek celkové ekonomické škody ve výši 1 – 5 % HDP. Toto tvrzení odporuje Sternově zprávě²³, která tvrdí, že ztráty by mohly dosáhnout 20 % HDP a více. Mnoho expertů a vědců z IPCC Sternovu zprávu podrobilo kritice. Dalším názorem je, že IPCC by se mělo spíše zaměřovat na otázky adaptace než na kontrolu skleníkových plynů. Americký vědec Indur Goklany, který se podílel na zakládání IPCC, vyčítá, že Panel nedostatečně zkoumá vztah mezi změnou klimatu a udržitelným rozvojem, že systematicky nadhodnocuje negativní dopady změn a nezahrnuje změny a vývoj adaptačních schopností i přesto, že samotný IPCC předpokládá, že svět bude bohatnout a s tím bude růst také schopnost adaptace. Dalším problémem je nereálně vysoká míra jistoty u dopadových studií, jelikož každý model v sobě zahrnuje určitou míru nejistoty. Dopadové studie se zakládají na sérii modelů, kdy nejistý výstup každého modelu tvoří vstup dalšího modelu. Tím se míra nejistoty výsledku zvětšuje.

„Hypotéza o vlivu emisí CO₂ na vzrůst globální teploty nebyla zatím prověřena. Shoda názorů v určité části vědecké obce, není vědeckým argumentem. Pokud by existující

²³ Nicholas Stern – ekonom britské vlády. Sternova zpráva dostupná z: http://www.hm-treasury.gov.uk/Independent_Reviews/stern_review_economics_climate_change/sternreview_index.cfm

klimatické modely byly vyhovující, musely by být úspěšně aplikované na více případů klimatických změn v geologické minulosti Země, a především v holocénu. Navíc ve scénářích současných modelů nejsou zváženy další faktory, působící obvykle ve vzájemné provázanosti na změnu klimatu. Důkaz o mimořádném zvýšení teploty v posledním století postrádá průkaznost, neboť středověká teplá perioda byla dlouhodobá a dosahovala vyšších teplot, než je současné zvýšení globální teploty. Přejmenování neproověřené hypotézy na vědeckou teorii je postupem nepřijatelným v racionálních vědeckých metodách.²⁴

Zajímavé názory přináší také Bjorn Lomborg²⁵ ve své knize *Skeptický ekolog*. Lomborg připouští, že klimatická změna a tedy globální oteplování je realitou, avšak zpochybňuje způsoby tvorby klimatických scénářů budoucnosti a také oteplení o 6 °C do konce 21. století je podle něj nepravděpodobné. Tvrdí, že není možné s jistotou říct, že teploty jsou nejvyšší za posledních 1000 let, jelikož zjištěné údaje nezahrnují teplotu oceánů, noční teploty a zimní teploty, a data jsou získána především ze Severní Ameriky. Dalším zajímavým aspektem je vzestup teploty ve 20. století, který proběhl ve dvou vlnách, a to v letech 1910 – 1945 a znovu od roku 1975 do dneška. Současné zvyšování teploty si můžeme odůvodnit zvyšováním koncentrace CO₂ a dalších skleníkových plynů, avšak vzestup teploty v letech 1910 – 1945 nelze spojovat s činností člověka, jelikož v první polovině 20. století byly koncentrace a růst emisí skleníkových plynů jen mírné. Lomborg připouští, že zvýšené koncentrace CO₂ vedou k určité formě oteplování, avšak otázkou není, zda antropogenní emise CO₂ zvyšují globální teplotu, ale naopak v jaké míře působí, nebo-li zda je tento vliv zanedbatelný, významný nebo zničující.

Lomborg se zabývá jednotlivými scénáři sestavenými Mezivládním panelem pro klimatickou změnu. Staví proti sobě scénář A1 a B2 (rozdíl viz výše), které představují rozdílnou ekonomickou výkonnost v budoucnosti, a zamýšlí se nad tím, zda nepatrné zlepšení stavu životního prostředí ve scénáři B2 ve srovnání s A1 má takovou cenu, abychom nutili příští generace vzdát se v rozvinutém světě zvýšení příjmů o 50 %. Při hodnocení jednotlivých scénářů je podle něj nutné zvážit všechny výhody a nevýhody s přihlédnutím jak k životnímu prostředí, tak k ekonomice.

²⁴ Prof. Miroslav Kutíle, Drsc. *Globální oteplování a klimatické změny v minulosti* [on-line]. [cit. 2007-12-30]. Dostupné na Internetu: <http://www.fragmenty.cz/j1565.htm>

²⁵ Bjorn Lomborg – docent statistiky na katedře politologie univerzity v dánském Aarhusu. V letech 2002 – 2004 vedl dánský státní Institut pro hodnocení životního prostředí.

Důležitou roli při snižování emisí v budoucnosti budou hrát ceny energií a zvyšování jejich účinnosti. V současnosti je cena energie z fosilních paliv nižší než z obnovitelných zdrojů. Významnou úlohu při snižování cen energie z obnovitelných zdrojů hraje technický pokrok. Jedině tak je možno dosáhnout snížení využívání fosilních paliv pro výrobu energie. Výrobci budou přecházet na obnovitelné zdroje energie především tehdy, pokud se ceny těchto energií sníží natolik, aby byly konkurenceschopné levnější energii z fosilních paliv. Bez poklesu cen energií z obnovitelných zdrojů, budou fosilní paliva spotřebovávána ještě dlouho. Soustředění se na omezování emisí CO₂ pomocí daní, kvót či zákazů, povede podle Lomborga ke snížení současných emisí, ale za cenu nižšího ekonomického růstu. Mnohem účinnější je podle něj věnovat peníze na výzkum a vývoj obnovitelné energie, přičemž tyto náklady by byly mnohem nižší než náklady na omezování emisí.

1.7 Závěr

V současné době probíhá velmi živá a obsáhlá diskuse o klimatické změně, o globálním oteplování. Ať je či není současná klimatická změna vyvolána činností člověka a zejména vypouštěním stále většího množství oxidu uhličitého do atmosféry, nelze přehlédnout změny v životním prostředí, které se na většině místech odehrávají. Životní podmínky na mnoha místech se rapidně zhoršují a vliv člověka na znečišťování naší planety nelze přehlédnout a ani popřít. Přesto jsou v mnoha případech pro vlády států ekonomické přínosy důležitější než ekologické. Lidstvo si však mnohdy neuvědomuje, že na svém životním prostředí je závislé. Lidé čerpají přírodní zdroje, získávají životní prostor, získávají potravu atd. K tomu je však zapotřebí právě přírodní prostředí. Významným problémem je v současnosti také rychlý nárůst lidské populace a tím zvyšující se zátěž na životní prostředí. Probíhající změna klimatu, ať je nebo není vyvolána lidskou činností, lidstvo jistě ovlivní. Tento vliv může být na mnoha místech pozitivní, avšak právě pro nejchudší oblasti bude mít zřejmě negativní vliv, jelikož nejchudší regiony světa mají nízkou adaptační schopnost na nové podmínky.

Samotní vědci si nejsou stoprocentně jisti, zda má člověk podstatný vliv na změnu klimatu. Přesto by se lidé a zejména vlády jednotlivých zemí měli vydat cestou předběžné opatrnosti. Budeme-li čekat na chvíli, kdy si vědci budou stoprocentně jisti, že člověk má

na klima vliv, může být již pozdě. Proto je důležité přijímat vhodná opatření jak na straně prevence, např. snižování emisí CO₂, což je přístup podporovaný Mezivládním panelem pro klimatickou změnu, tak na straně adaptace na změny, ať již jsou či nejsou způsobeny lidskou činností.

2 DŮSLEDKY KLIMATICKÉ ZMĚNY PRO EVROPU

Klimatická změna se hrávala a sehrává důležitou roli ve vývoji a diverzifikaci živých organismů, kteří naopak přispívají ke změnám v atmosféře. Při studiu dějin zjistíme, že klimatická změna je spojena s řadou historických událostí. Vznik a vývoj organismů schopných využívat atmosférický uhlík a uvolňovat kyslík, vedl ke změně chemického složení atmosféry. Teplé klima před 6000 lety mělo za následek vznik a rozvoj zemědělství v oblasti tzv. „úrodného půlměsíce“, tedy v oblasti od jižní Palestiny k Mezopotámii.²⁶ Naopak klima se hrálo také důležitou roli při vymírání živých tvorů, ke kterému v dějinách Země několikrát došlo. Ať už toto vymírání bylo způsobeno srážkou Země s cizím vesmírným tělesem nebo např. sopečnou činností, vždy došlo k takové změně klimatu, na kterou se mnoho druhů nedokázalo adaptovat a došlo k jejich vymření. Hodnotící zpráva Mezivládního panelu pro klimatickou změnu (IPCC) z roku 2007 uvádí, že fyzikální a biologické systémy na všech kontinentech a v oceánech jsou již ovlivněny nedávnou změnou klimatu, obzvláště zvýšením regionálních teplot.

Změna klimatu ovlivňuje mnoho systémů, které souvisejí se sněhem, ledem a zmrzlou půdou včetně permafrostu. Objevují se důkazy, které ukazují změny v hydrologických systémech, vodních zdrojích, pobřežních zónách a v oceánech.²⁷ Druhá část Čtvrté zprávy IPCC vydaná v roce 2007, se věnuje dopadům klimatické změny na jednotlivé oblasti. Popisuje dopady na zdroje pitné vody, ekosystémy, produkci potravin, pobřežní a nízko položené oblasti, průmysl, sídla a společnost, na lidské zdraví aj. Očekává se, že změna teploty v důsledku klimatické změny, bude jedním z nejdůležitějších spouštěčů změn v přírodních a obhospodařovaných systémech.

2.1 Změny v kryosféře

Kryosféra zahrnuje např. horské ledovce, pevninské ledové příkrovy, sněhové pokrývky, zmrzlou zemi, mořský led, led na jezerech a řekách a další. Kryosféra reaguje citlivě na současnou i minulé klimatické změny. Význam ledových a sněhových pokrývek spočívá

²⁶ ACOT, P. *Historie a změny klimatu*. 2005. s. 7.

²⁷ PARRY, M. et al. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. 2007. s. 81.

v jejich vysokém albedu²⁸, tzn. že výrazným způsobem přispívají k udržení rovnováhy v přijímaném a zpětně vysílaném záření na Zemi. Denní pozorování výšky sněhu a nových sněhových srážek započalo koncem roku 1800 v několika zemích, např. ve Švýcarsku, USA, bývalém Sovětském svazu a Finsku. Měření výšky sněhu a vodního ekvivalentu sněhu²⁹ se rozšířilo od roku 1950 v horách na západě Severní Ameriky a v Evropě a od roku 1960 byla monitorována některá místa v Austrálii.

Pozemská kryosféra zadržuje přibližně 70 % světových zásob sladké vody. Kryosféra je druhým největším komponentem klimatického systému po oceánech. Objem ledovcového příkrovu Grónska by po rozpuštění způsobil vzestup úrovně mořské hladiny o 7 m a roztátí Antarktického ledovcového příkrovu přibližně o 57 m. V současnosti pokrývá led nepřetržitě 10 % zemského povrchu, přičemž pouze malý zlomek leží v ledových čepičkách a ledovcích mimo Antarktidu a Grónsko. V polovině zimního období, přibližně v lednu, sníh pokrývá asi 49 % zemského povrchu na severní polokouli. V ročním průměru je pokryto ledem 7 % plochy oceánů.³⁰ Vysokohorské řeky a jezera jsou pokryty ledem především v zimě. Ve srovnání s dalšími komponenty kryosféry pokrývá tento led malou oblast a objem, avšak hraje důležitou roli pro sladkovodní ekosystémy, zimní dopravu a další. Změny v tloušťce a trvání těchto ledových pokrývek, mohou mít důsledky pro přírodní prostředí i pro lidské aktivity.³¹

Jižní polokoule

Mimo Antarktidu je jen malý povrch země na jižní polokouli pokryt sněhem. Dlouhodobé záznamy sněhové pokrývky, sněhových srážek, hloubky sněhu nebo vodního ekvivalentu sněhu jsou vzácné. Kvalita dat je pro jižní polokouli mnohem nižší než pro většinu oblastí na severní polokouli. 23. ledna 2008 byla na webových stránkách NASA zveřejněna zpráva, která hodnotí pozorování univerzitních vědců ve spolupráci s vědci z NASA. Zpráva uvádí, že ztráta ledu v Antarktidě se za posledních deset let zvýšila o 75 % kvůli zrychlujícímu se toku ledovců a je nyní téměř stejně velká, jako v Grónsku. Nejprve tým

²⁸ Albedo – míra odrazivosti tělesa nebo jeho povrchu. Jde o poměr odraženého elektromagnetického záření ku množství dopadajícího záření.

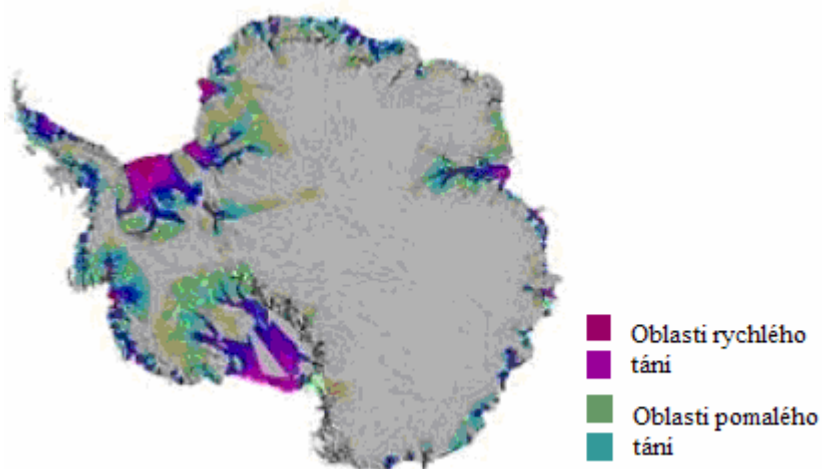
²⁹ Vodní ekvivalent sněhu – množství vody obsažené uvnitř sněhové pokrývky nebo-li množství či hloubka vody, která by vznikla roztátím celé sněhové pokrývky.

³⁰ PARRY, M. et al. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. 2007. s. 341.

³¹ SALOMON, S. et al. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. 2007. s. 88.

odhadoval změny v Antarktickém ledovcovém příkrovu mezi roky 1996 a 2006 a mapoval místa, kde dochází k tání a ztrátě ledu. Zjistili, že došlo k výraznému skoku při ztrátě ledu v Antarktidě, dostatečného ke zvýšení globální hladiny moře od 0,3 mm v roce 1996 do 0,5 mm v roce 2006. Ztráty byly zaznamenány v západní Antarktidě v oblasti „Pine Island Bay“ a v severní části Antarktického poloostrova. Toto tání je výsledkem pokračujícího toku ledovců, které je způsobeno teplejšími oceánskými vodami, které podporují pohyb ledovců a výsledkem je jejich ztenčování nebo zhroucení. Vědci používali družicová data za posledních 15 let z evropských, kanadských a japonských družic, aby zjistili vzor pohybu ledovcové pokrývky směrem k moři. Výsledky byly srovnány s odhady ukládání sněhu ve vnitrozemí Antarktidy, odvozenými z modelů regionálního atmosférického klimatu v poslední čtvrtině 20. století. Výsledky zjišťování odhalily, že došlo ke zvýšení ztráty ledu ze 112 miliard tun (± 91) v roce 1996 na 196 miliard tun (± 92) v roce 2006. Vědci zdůrazňují, že ledovcové pokrývky reagují na ohřívání klimatu rychleji, než se předpokládalo.³²

Obr. 2.1 Rozsah tání ledovcového příkrovu v Antarktidě v roce 2006



Zdroj: NASA, 2008. Dostupné na Internetu:
<http://www.nasa.gov/topics/earth/features/antarctica-20080123.html>. Vlastní úprava.

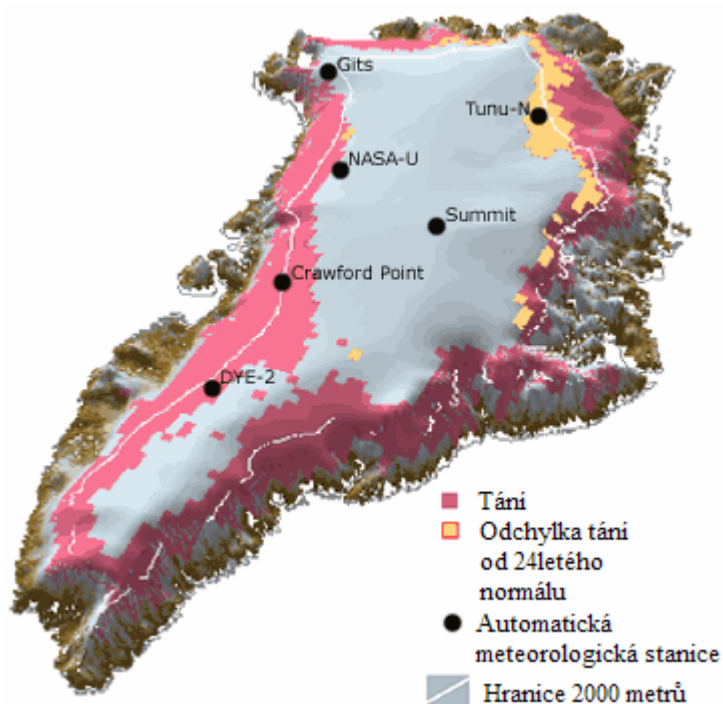
Severní polokoule

Mezi lety 1915 až 2004 se oblast pokrytá sněhem v Severní Americe zvyšovala v listopadu, prosinci a lednu kvůli zvýšeným srážkám. Snižování sněhové pokrývky

³² NASA - *Antarctic Ice Loss Speeds Up, Nearly Matches Greenland Loss* [on-line]. [cit. 2008-01-10]. Dostupné na Internetu: <http://www.nasa.gov/topics/earth/features/antarctica-20080123.html>

probíhá od pozdější poloviny 20. století, a to nejvíce na jaře.³³ Na severu Aljašky je pozorováno dřívější tání přibližně o osm dnů od poloviny 60. let. V roce 2002 bylo zaznamenáno rekordní tání Grónského ledovcového příkrovu. Oblasti sezónního tání jsou obvykle umístěny na okraji ledovcového příkrovu v nejnižších nadmořských výškách. V roce 2002 však tání začalo neobvykle brzy a v mnohem vyšších nadmořských výškách než kdykoli předtím během 24 let. Tání se rozšířilo až do výšky 2000 metrů nad mořem v severovýchodní části ostrova, i přesto, že teploty jsou zde obvykle příliš chladné, než aby se zde vyskytovalo tání ledovců. Celková oblast postižená táním dosáhla velikosti 686 350 km² a zvýšila se tak o 16 % oproti maximu zaznamenanému za posledních 24 let. Rozsah tání v letech 1992 – 2002 je zobrazen v příloze č. 4.

Obr.2.2 Rozsah tání ledovcového příkrovu v Grónsku v roce 2002



Zdroj: DAAC Study, 2003. Dostupné na Internetu: <http://earthobservatory.nasa.gov/Study/vanishing/>. Vlastní úprava.

Oteplování v Grónsku může být součástí přírodního dlouhodobého cyklu v Arktidě, ale oteplování zde probíhá mnohem rychleji než při dřívějších anomáliích (např. začátkem 30. let 20. století). Začíná dříve a nejvyšší oteplení je dosahováno na jaře a koncem zimy. Pokud je oteplování součástí trendu bude to mít vliv na úroveň mořské hladiny a na splavnost vod v Arktidě. Zvyšující se tání pevninského ledovcového příkrovu v Grónsku

³³ SALOMON, S. et al. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. 2007. s. 344.

posílá do okolního oceánu více vody, což ještě zvyšuje rychlost pohybu ledu, protože voda, vzniklá táním, proniká ledovcovým příkrovem a vytváří tenký film mezi ledem a skalním podloží, což způsobuje, že ledovce se pohybují pryč z pevniny rychleji.³⁴ Ekosystém Arktidy je obzvláště křehký a i malé změny na něj mohou mít velký vliv. Pozoruhodné je, že před 115 000 lety prošlo Grónsko teplejším obdobím, které se v ledovcovém záznamu Antarktidy vůbec nenašlo.³⁵ V současné době však probíhá tání na obou polokoulích.

2.1.1 Změny v kryosféře v Evropě

V Evropě, je v nízkých a středních nadmořských výškách pozorováno rozšíření oblastí, kde dochází ke zkrácení doby pokrytí sněhem, a to zejména ve Švýcarsku, na Slovensku a v Chorvatsku. Toto snížení doby pokrytí sněhem je spojováno se zvýšenými teplotami. V roce 2003 došlo k mimořádné ztrátě ledovců a sněhových pokrývek v průměrné výši $2\,500\text{ kg/m}^2$ (měření prováděna na 9 alpských ledovcích). Tato ztráta je téměř o 60 % vyšší než předchozí záznam z roku 1996, který uváděl ztrátu $1\,600\text{ kg/m}^2$. Tání bylo způsobeno výjimečně vysokými teplotami a také nízkými sněhovými srážkami.³⁶ Podle Evropské environmentální agentury ledovce v evropských ledovcových oblastech, s výjimkou Norska, jsou na ústupu. Od roku 1980 ztratily ledovce v Alpách 20 – 30 % z jejich objemu. Současný úbytek ledu je největší za posledních 10 000 let. Norské ledovce se rozšiřují kvůli zvýšeným sněhovým srážkám

V současné době se ve Švýcarsku snižuje rozsah oblastí pokrytých ledem o 1,3 % ročně. Pokud by došlo ke zrychlení úbytku ledu, mohly by být oblasti ve výškách pod 2 500 m. n. m. do konce 21. století bez ledu. Snižování oblastí pokrytých ledem je očekáváno také na severu Evropy.³⁷ Předpokládá se, že s každým zvýšením teploty, se bude zkracovat doba, kdy je v oblastech Alp sněhová pokrývka. Podle IPCC malé ledovce zmizí a velké táním sníží svůj objem o 30 – 70 % do roku 2050. Odhaduje se, že permafrost v nižších nadmořských výškách na severu se posune o několik set metrů výše a postupně zmizí se stoupajícími teplotami. Tání permafrostu může mít za následek

³⁴ DAAC Study. *Vanishing Ice* [on-line]. Vystaveno 7. 5. 2003 [cit. 2008-01-12]. Dostupné na Internetu: <http://earthobservatory.nasa.gov/Study/vanishing/>

³⁵ FLANNERY, T. *Měníme podnebí. Minulost a budoucnost klimatických změn*. 2007. s. 57.

³⁶ SALOMON, S. et al. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. 2007. s. 360.

³⁷ EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. *Vulnerability and adaptation to climate change in Europe*. 2006. s. 20.

destabilizaci horských stěn a zvýšení počtu sesuvů kamení. Naopak změny v objemu sněhových pokrývek a rozsahu ledovců, mohou změnit pravděpodobnost sesuvů lavin.³⁸ Rozsah změn v budoucnosti může být ovlivněn změnami sněhových srážek. Z ekonomického hlediska bude mít zvyšování teplot a tání ledovcového příkrovu v Alpách a dalších horských oblastech v Evropě za následek zejména postižení zimního turismu či ovlivnění vodních zdrojů.

2.2 Pobřežní a nízko položené oblasti

Z historického hlediska víme, že od pradávna se lidské společnosti usídlovaly zejména u vodních toků, jelikož ty pro ně byly jak zdrojem pitné vody, tak zdrojem obživy (např. lovení ryb). Pobřežní a nízko položené oblasti mohou být, a na mnoha místech již jsou, postiženy stoupající hladinou moří a řek, kvůli tání pozemských ledovcových příkrovů a zároveň při rostoucí teplotě zvýšenou rozpínavostí vody, či zvýšenou frekvencí a intenzitou bouří a záplav. Následky klimatické změny budou mít dopady na obyvatele těchto oblastí či na pobřežní ekosystémy. Druhá zpráva IPCC z roku 2007 odhaduje, že 23 % světové populace žije na místech vzdálených do 100 km od pobřeží a ležících ve výšce do 100 m nad úrovní moře. Dále uvádí, že 60 % z 39 světových metropolí s populací více než 5 milionů obyvatel je situováno ve vzdálenosti do 100 km od pobřeží včetně 12 z 16 světových metropolí s počtem obyvatel více než 10 milionů. Během minulého století stoupla hladina moří přibližně o 20 cm a v budoucnosti bude stoupání nadále ovlivňováno klimatickou změnou.³⁹ Stoupání hladiny moří není na všech místech stejné. Je to dáno tím, že teplota se nemění na všech místech stejně, dále různou salinitou (slaností) moří a změnami v oceánské cirkulaci.⁴⁰ Rozsah změn může být na některých místech ovlivněn také např. pohybem kontinentů. Pokud by na některých místech docházelo ke zvyšování úrovně země, mohl by tento růst kompenzovat zvyšování hladiny, naopak klesání úrovně země bude mít za následek rychlejší a větší zvyšování úrovně hladiny vodních ploch. Z globálního hlediska např. v Indonésii, Thajsku a Bangladéši je stoupání hladiny moří vyšší než je světový průměr. V jihozápadní Austrálii je stoupání naopak pod

³⁸ PARRY, M. et al. *Climate Change 2007*. 2007. s. 551.

³⁹ CSCOR: *Stressors: Climate Change. Current Programs. Sea Level Rise Research Program* [on-line]. [cit. 2008-01-20]. Dostupné na Internetu:

http://www.cop.noaa.gov/stressors/climatechange/current/sea_level_rise.html

⁴⁰ SALOMON, S. et al. *Climate Change 2007*. 2007. s. 25.

světovým průměrem. Tento trend se vyskytuje na mnoha místech mezi západní Austrálií a východní Afrikou. S velkou pravděpodobností byla téměř polovina z celkového zvýšení hladiny moří v letech 1993 – 2003 způsobena rozpínavostí vody při vyšší teplotě.

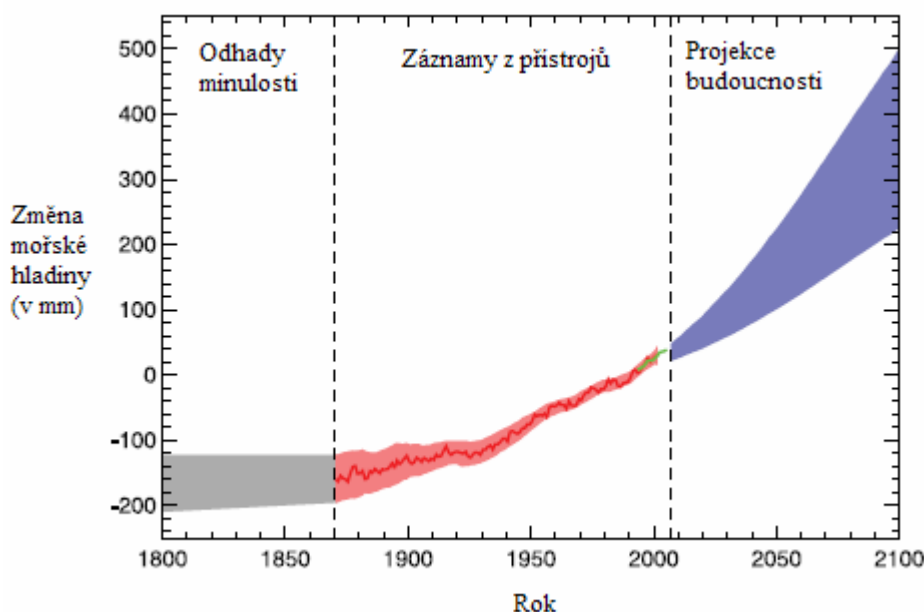
Velkým problémem se jeví samotné využívání pobřežních oblastí člověkem. Světová populace žijící v pobřežních oblastech, deltách řek či na bariérových ostrovech, přetváří přírodní pobřežní oblasti na zemědělskou půdu, pro akvakulturu, průmysl, a v neposlední řadě pro výstavbu obytných domů. Přetvářením přírodní krajiny pak dochází k degradaci půdy, při odlesňování k uvolnění půdy dříve zpevněné kořeny stromů a tím k větší pravděpodobnosti jejího sesuvu, ke kontaminaci půdy i vod znečišťujícími látkami či hnojivy, dochází k těžbě písku, stavbě protipovodňových hrází a další. Tyto faktory mohou mít za následek snížení schopnosti adaptace přírodního prostředí na zvyšování hladin řek a moří.

Do budoucna se předpokládá další růst hladiny moří. Tento růst bude způsoben již zmíněnou rozpínavostí vody (teplejší voda se více rozpíná), dalším táním horských ledovců a ledovcových čepiček a také táním pobřežních částí Grónského a Antarktického ledovcového příkrovu. Očekává se rychlejší zvyšování stoupání hladiny moří než jaké bylo zaznamenáno ve 20. století. Do konce 21. století IPCC předpokládá podle klimatických scénářů růst mořské hladiny o 18 – 59 cm nad úroveň z roku 1990. Toto zvýšení je předpokládáno při zachování současného pozorování tání ledovců v Grónsku a v Antarktidě, tzn. že pokud by se odtok ledu z těchto oblastí zvýšil nebo snížil, ovlivní to také hodnoty předpokládaného zvýšení mořské hladiny. Vývoj zvyšování hladiny moří je prezentován v grafu 2.3.

K nejdůležitějším a nejzávažnějším následkům stoupání hladiny moří patří např. zrychlený ústup a eroze pobřeží, vzestup a stěhování pláží více do vnitrozemí, větší a častější záplavy, větší záplavy během bouří, narušení pobřežních sladkovodních zdrojů, poškození pobřežní infrastruktury včetně lidských obydlí a další. Zvýšení hladiny o 50 cm by způsobilo problémy téměř na všech pobřežích. Mohlo by dojít k zániku některých ostrovů, např. v Karibském moři, v Polynésii a v Mikronésii. Velmi nízko položené oblasti v Bangladéši by byly postiženy stále větší intenzitou záplav, které zde způsobují bouře, některé oblasti by byly trvale zatopeny vodou. Mnoho korálových ostrovů se nachází pouze několik metrů nad hladinou moře a hrozí jim úplné zaplavení a zánik. K ohroženým

oblastem patří např. již zmíněná Bangladéš, dále Indie, Čína, ostrovní státy v Indickém a Tichém oceánu (Kiribati, Tuvalu atd.), pobřeží New Yorku, velká část Floridy, oblast New Orleans v Mexickém zálivu (Mississippská delta), oblast Amazonské delty a mnoho dalších nízko položených pobřežních míst.

Obr.2.3 Minulé a projektované změny v úrovni mořské hladiny v letech 1800 - 2100 (v mm)



Zdroj: EPA. Dostupné na Internetu: <http://www.epa.gov/climatechange/science/futureslc.html>.
Vlastní úprava.

Graf 2.3 ukazuje odhadovaný vývoj růstu výšky hladiny moří, přičemž fialová část grafu vychází z předpokladu střední hodnoty růstu emisí, scénář A1B (viz 1. kapitola).

2.2.1 Změny v pobřežních oblastech Evropy

Také v Evropě hrozí některým pobřežním místům zaplavení z důvodu zvyšující se hladiny moří. Na pobřeží Evropy žije velké množství lidské populace. Třetina pak žije ve vzdálenosti do 50 kilometrů od pobřeží. Některé oblasti např. v Německu, Nizozemí, Itálii, Dánsku či Velké Británii leží pod úrovní běžného přílivu. Zvláště ohroženy jsou oblasti říčních delt, které jsou často zanášeny usazeninami, čímž hrozí častější vylévání vody z koryt řek. Tyto oblasti jsou situovány na úrovni mořské hladiny což znamená, že její zvýšení bude mít za následek rozšíření zatopených oblastí. Jako přímé dopady vzestupu mořské hladiny jsou uváděny zaplavení a posunutí mokřin a nízko položených oblastí,

eroze pobřeží, intenzivnější záplavy a škody při bouřích, zvýšení salinity vody při ústí řek a další. Potenciálními nepřímými dopady mohou být změny v přenosu vodních usazenin, změny ve funkcích pobřežních ekosystémů a dopady na lidské aktivity. Evropská environmentální agentura uvádí, že 9 % evropských pobřežních zón, leží ve výšce pod 5 m nad mořem. Tyto oblasti jsou potenciálně ohroženy zatopením. Ohroženy jsou oblasti v Nizozemí a Belgii, kde 85 % pobřeží leží ve výšce pod 5 m nad mořem. V Německu a Rumunsku je pod 5 m nad mořem situováno 50 % pobřežních zón, v Polsku 30 % a v Dánsku 22 %.⁴¹ Pobřežní oblasti ležící pod 5 m nad úrovní moře, které jsou ohroženy zaplavením jsou uvedeny v příloze č. 5. Největší dopady bude mít zvyšování hladiny v Nizozemí. Postiženy budou oblasti v Baltském, Středozemním a Černém moři.

Tab. 2.1 Potenciální dopady zvýšení hladiny moří o 1 m oproti úrovni roku 1990 ve vybraných evropských zemích

<i>Země</i>	<i>Populace v pobřežních povodňových oblastech</i>		<i>Ztráta území</i>	
	<i>v tisících</i>	<i>v %</i>	<i>v km²</i>	<i>v %</i>
Nizozemí	10 000	67	2 165	6,7
Německo	3 120	4	-	-
Polsko	235	0,6	1700	0,5
Estonsko	47	3	> 580	> 1,3
Irsko	< 250	< 5%	< 250	< 0,3

Zdroj: EEA. *Vulnerability and adaptation to climate change in Europe*. 2006. s. 23. Vlastní úprava.

V říjnu 1982 byly do provozu uvedeny proti přílivové bariéry na Temži v Londýně. Poprvé byly použity v únoru 1983. Bariéry byly vystaveny z důvodu opakovaného zvedání hladiny řeky spolu s přílivem. Zvedání působilo velké škody a tato bariéra má město ochránit před jejich vznikem. V posledních letech roste počet jejich použití. Bariéry se skládají z deseti samostatných pohyblivých bran, rozmístěných po celé šíři Temže. Hrozí-li nebezpečí záplav, jsou jednotlivé brány zvednuty do potřebné výše. Při normálních podmínkách jsou brány otočeny směrem dolů tak, aby nebránily lodní dopravě po Temži. Dále po proudu je vytvořena protipovodňová hráz o délce 32 km a její součástí je také 60 m vysoká brána „The Barking Barrier“, s padajícími dveřmi, které jsou zvednuty nahoru, pokud nejsou použity k zabránění záplav. To umožňuje lodím používat tuto vodní cestu. Než byly vytvořeny hlavní bariéry, bylo proti záplavám vyvýšeno 80 km nábřeží. Celkové náklady na vytvoření bariér dosáhly v cenách z roku 2001 hodnoty 1 300 milionů britských liber.

⁴¹ EEA. *Vulnerability and adaptation to climate change in Europe*. 2006. s. 22.

V letech 1982 – 2001 byly bariéry použity v 63 případech. Odhaduje se, že pokud jsou předpovědi zvyšování hladiny moří správné, mohou být bariéry využívány až 30krát ročně do roku 2030.⁴²

Stejný problém se zvyšováním hladiny moře, řeší také v Nizozemí. Nejvyšší místo v Nizozemsku leží ve výšce pouze přibližně 320 m nad mořem. Úrovně vodních hladin v zemi hlídají tisíce čidel v řekách, u jejich ústí do moře, na kanálech i jezerech. Jakmile je zaznamenáno zvyšování vodní hladiny, spustí se složitý systém odčerpávání přebytečné vody. Voda je přiváděna menšími stružkami do větších, ty míří do kanálů a odtud je čerpána až o několik metrů výše, kde se voda vlévá do řek. U ústí do moře hlídá vodní hladinu projekt nazývaný Delta. Je to soustava hrází s desítkami obrovských vrat, která jsou zavřena pokud je moře rozbourené. Naopak při odlivu jsou vrata otevřena, aby mohla voda z řek odtékat do moře. Některá místa v Nizozemí leží ve výšce téměř 7 metrů pod hladinou moře. Nechce-li se tedy Nizozemí ocitnout pod vodou, musí vymýšlet stále důkladnější systém odčerpávání vody.

Velká Británie a Nizozemí mohou být příkladem řešení problému stoupající hladiny moří i pro ostatní území, která čelí nebo budou v budoucnosti čelit podobnému problému.

2.3 Zdroje pitné vody

Voda je jednou ze základních podmínek existence života na Zemi. V přírodě se vyskytuje ve třech skupenstvích, a to pevném – led, kapalném – voda a plynném – vodní pára. Každé z těchto skupenství má určitý vliv na klima naší planety. Vodní pára je spouštěcím mechanismem skleníkového efektu (viz kapitola 1). Při oteplování planety dochází k tání ledu a tato rozpuštěná voda vede ke zvyšování hladin moří. Přesto je pro nás voda životně důležitá a to nejen pro život lidí, zvířat a rostlin, ale také pro průmysl. Převažující množství vody (97 %) se nachází v oceánech. Slanost této vody znemožňuje její konzumaci či využití v zemědělství. Pouhá 3 % z celkového objemu vody tvoří sladká voda. Téměř 70 % z objemu sladké vody je uvězněno v ledovcích a ledovcových čepičkách, ze zbylých

⁴² ENVIRONMENT AGENCY. The *Thames Barrier, flood defence for London* [on-line]. 2003. [cit. 2008-01-22]. Dostupné na Internetu: <http://publications.environment-agency.gov.uk/epages/eapublications.storefront/47f21aad00f01dac273fc0a8029606a6/Product/View/GETH0603BHIL&2DE&2DE>

přibližně 30 % tvoří velkou část podzemní voda a jen nepatrné množství je v jezerech, řekách atd.⁴³ Ve světě je nejvíce vody čerpáno pro potřeby zemědělství (70 %), podstatně méně je spotřebováno průmyslem (22 %) a nejmenší část je spotřebovávána domácnostmi (8 %).⁴⁴ V Evropské unii se množství spotřeby v jednotlivých sektorech liší. Nejvíce je spotřebováno průmyslem (54,6 %), dále zemědělstvím (24,3 %) a na posledním místě jsou domácnosti (21,1 %).⁴⁵ Grafické srovnání spotřeby vody dle sektorů je uvedeno v příloze č. 6. Spotřebu vody průmyslem můžeme rozdělit na spotřebu vody pro chladicí účely v elektrárnách a na spotřebu ostatním průmyslem, v EU toto rozdělení tvoří 43,6 % pro chladicí účely a 11 % ostatní průmysl.

Více než 1/6 světové populace žije u řek, které získávají vodu z ledovců nebo z tající sněhové pokrývky. Objem vody v těchto řekách bude ovlivněn sezónní změnou průtoku. Zejména na dolních tocích dojde zřejmě ke snížení průtoku vody, které bude způsobeno menším rozsahem ledovců nebo sněhové pokrývky.⁴⁶ Velkým problémem v oblasti snahy o zachování vodních zdrojů je rostoucí populace, která klade na zdroje pitné vody neudržitelné nároky. V některých oblastech je čerpáno více než činí disponibilní zdroje, příroda tak nestačí zásoby vody doplňovat a hrozí její vyčerpání. Na mnoha místech dochází ke kontaminaci vod např. chemikáliemi vypouštěnými z průmyslových podniků. To má negativní vliv na biodiverzitu i lidské zdraví. Změna klimatu na mnoha místech kritický stav vodních zdrojů jen zhorší. Na některých místech sice dojde ke zvýšení srážek, avšak v jiných oblastech bude situace naopak odlišná, dojde k jejich snížení. Zvyšující se teplota navíc přispěje k rychlejšímu vypařování vody. Již dnes mohou lidé pociťovat nedostatek vody na místech, jako např. Chile, Kalifornie, Středomoří a další. Podle IPCC budou snížením zdrojů sladké vody nadále trpět západ USA, jižní Afrika či severovýchodní Brazílie.

Druhá zpráva IPCC z roku 2007 uvádí, že dřívější tání ledovců způsobuje, že na začátku jara se zvyšuje průtok vody v řekách, což má za následek, že v létě a na podzim, kdy je

⁴³ WATER RESOURCE INFORMATION. *How water is distributed on Earth* [on-line]. Vystaveno 10. 12. 2007 [cit. 2008-01-25]. Dostupné na Internetu: http://www.freedrinkingwater.com/water_quality/earth-water-distribution.htm

⁴⁴ UNESCO. *The UN World Water Development Report/Facts and Figures/Water and industry* [on-line]. [cit. 2008-01-25]. Dostupné na Internetu: http://www.unesco.org/water/wwap/facts_figures/water_industry.shtml

⁴⁵ EEA. *Water use by sectors - Water resources* [on-line]. [cit. 2008-01-25]. Dostupné na Internetu: <http://www.eea.europa.eu/themes/water/water-resources/water-use-by-sectors>

⁴⁶ PARRY, M. et al. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. 2007. s. 175.

poptávka po vodě nejvyšší, je její množství v řekách menší. V současnosti nebyl pozorován jednoznačný trend u zvyšování hladin jezer. U některých, např. v Mongolsku a Číně, došlo ke zvýšení hladiny v důsledku tání sněhu a ledu, u jiných jezer, např. v Austrálii, Africe, Severní Americe a Evropě hladina vody poklesla v důsledku kombinace sucha, tepla a lidských aktivit. Podle IPCC nelze s jistotou říct, zda došlo k jasným změnám co se týče záplav. Někteří vědci říkají, že došlo k nárůstu v počtu a intenzitě velkých záplav, jiné zprávy poskytují důkazy o jejich snížení. Zde záleží zřejmě na oblasti, kde k záplavám dochází, jelikož ne všechny regiony reagují na klimatickou změnu stejně. Dále zpráva uvádí, že počet velmi suchých oblastí se od 70. let 20. století zdvojnásobil, zatímco počet velmi vlhkých oblastí se snížil o 5 %, k čemuž přispělo snížení srážek od začátku 80. let minulého století a poté zvyšující se teploty.

Odhaduje se, že růst teplot ve středních nadmořských výškách způsobí, že se zde budou v zimním období častěji vyskytovat srážky v podobě deště na místo srážek sněhových. To bude mít za následek zejména v zimě zvýšení průtoku vody v řekách. Intenzivnější a častější srážky mohou vést k sesuvům promáčené půdy či k rozsáhlejšímu a častějšímu povodním. Vyšší teploty během letního období budou příčinou rychlejšího vypařování vody, což bude snižovat vlhkost půdy a bude mít negativní dopady na vegetaci a zemědělství. Dopady klimatické změny na vodní zdroje budou záviset na charakteristice vodního systému v dané oblasti, na měnícím se tlaku na tento systém, na způsobu řízení vodních zdrojů a na tom, jaké způsoby adaptace na klimatickou změnu jsou a budou zaváděny.⁴⁷

2.3.1 Zdroje pitné vody v Evropě

V Evropě se hydrologická situace liší podle oblastí. Na jihu existují velké sezónní rozdíly, způsobené dlouhými suchými léty. Na západě jsou říční toky víceméně stabilní po celý rok. Na severu a východě je množství vody v řekách ovlivněno zejména převládajícími sněhovými srážkami nad dešťovými, což způsobuje, že během jarního tání sněhu je v řekách více vody než v jiná období. Výsledkem jsou různé způsoby využití vody, tlaku na vodní zdroje a řízení vodních zdrojů. Velkým problémem je kvalita vody, kdy mnoho

⁴⁷ PARRY, M. et al. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. 2007. s. 176.

evropských řek, jezer a podzemní vody je ohrožováno vypouštěním kalů a průmyslového odpadu, nadměrným používáním pesticidů a umělých hnojiv.

Do poloviny tohoto století se v jihovýchodní Evropě předpokládá snížení průměrného ročního objemu toků o 20 – 30 % a o 40 - 50 % do konce roku 2075. Klimatická změna může mít za následek obrácení doby, kdy je v řekách nejvíce a kdy nejméně vody. Pokud by v zimních obdobích převažovaly dešťové srážky nad sněhovými, řeky by měly nejvíce vody právě v zimě a nejméně naopak na jaře a v létě, když se začíná zvedat poptávka po vodě. Zvyšování teploty a změny ve srážkových vzorcích mohou vést ke snížené schopnosti doplňování zásob podzemních vod, což se již dnes projevuje na mnoha místech jihovýchodní Evropy, především během dlouhých suchých letních období. Zvýšené teploty a snížení objemu vody zvláště v létě, může vést ke snížení kvality vody. V teplých vodách se rychleji množí a rostou např. sinice, řasy atd. Nejrůznější studie předpokládají zlepšení dostupnosti vody v severní a severozápadní Evropě, naopak ke zhoršení dojde v jižní a jihovýchodní Evropě.⁴⁸

Poptávku a spotřebu vody ovlivňují ekonomický růst a společenský vývoj. Předpokládají se různé změny v trendech využití vody v západní a východní Evropě. Zatímco v západní Evropě by mělo dojít k rostoucí efektivitě využití vody a tím poklesu poptávky, ve východní Evropě se očekává zvýšená poptávka kvůli ekonomickému růstu, a to jak domácností, tak průmyslových sektorů. V jižní a jihovýchodní Evropě by mělo dojít k růstu poptávky po vodě z důvodu zvýšených nároků na zemědělské zavlažování.

Každoročně je v Evropě čerpáno přibližně 10 % z celkových zásob pitné vody. Mnoho zemí má pro zajištění dodávek vody vybudovány rezervy. Španělsko, Turecko a Rumunsko jsou schopny skladovat více než 40 % dlouhodobých rezervních zdrojů. Velké rezervní kapacity mají dále země jako např. Kypr, Bulharsko, Ukrajina, Švédsko a Česká republika. Země jsou často klasifikovány podle indexu spotřeby vody (WEI), který vyjadřuje poměr užití vody k dlouhodobým dostupným zdrojům. Dosáhne-li WEI v dané zemi hodnoty přibližně 20 %, nastává zde vodní stres. Vysoký vodní stres nastává při hodnotě WEI nad 40 %. Země s takto vysokou hodnotou WEI čerpá své zdroje neudržitelně. Grafické znázornění indexu spotřeby vody v jednotlivých zemích pro rok

⁴⁸ EEA. *Vulnerability and adaptation to climate change in Europe*. 2006. s. 21.

1990 a 2002 je uvedeno v příloze č. 7. Osm zemí v Evropě se nachází ve vodním stresu, a to Německo, Anglie a Wales, Itálie, Malta, Belgie, Španělsko, Bulharsko a Kypr, které reprezentují 46 % obyvatelstva Evropy. Index spotřeby vody Kypru přesahuje hodnotu 40 %. V Německu, Anglii a Walesu, Bulharsku a Belgii je vysoké čerpání vody přičítáno průmyslu, kde je používána jako chladicí kapalina. Naopak v Itálii, Španělsku, Kypru a Maltě je voda používána ve velkém množství zejména pro zavlažování. Celkem v 17 zemích došlo v období 1990 – 2002 ke snížení WEI, kvůli značnému snížení celkového využívání vody. Jde zejména o nové členské státy Evropské unie, kde došlo k poklesu čerpání vody ve většině ekonomických sektorů, jako výsledek institucionálních a hospodářských změn. Naopak v Nizozemí, Velké Británii, Řecku, Portugalsku a Turecku došlo během stejného období ke zvýšení WEI, v důsledku zvýšeného čerpání vody.⁴⁹

Do budoucnosti se předpokládá zvýšení vodního stresu v jižní Evropě a v některých oblastech střední a východní Evropy. Podíl oblastí trpících vodním stresem se zvýší ze současných 19 % na 35 % v roce 2070, což znamená zvýšení počtu postižených lidí o 16 – 44 milionů.⁵⁰ Pokles vodních zdrojů v Evropě bude mít následky zejména pro sektory hospodářství, které jsou na vodě závislé, jako např. zemědělství, lesnictví, energetika a také pro využití v domácnostech.

Na úrovni nejen Evropské unie, ale také celosvětově, jsou přijímána nejrůznější opatření pro řízení vodních zdrojů. Nejdůležitější je Rámcová směrnice EU pro vodní politiku, která stanovuje ambiciózní cíle v oblasti kvality a ochrany vod. Mezi cíle patří dosažení statutu dobrý pro všechny zdroje vod do roku 2015 a udržitelné využívání vodních zdrojů v rámci celé Evropy. Mezi další legislativu platnou pro oblast vody patří Směrnice o čištění městských odpadních vod, Směrnice o jakosti vody pro koupání, Směrnice o dusičnanech a Směrnice o pitné vodě. Dopady klimatické změny na vodní zdroje budou záviset především na charakteristice vodního systému v dané oblasti, na vyvíjeném tlaku na tento systém, na stylu řízení vodních zdrojů a také na způsobech adaptace na klimatickou změnu, které jsou a budou zaváděny.

⁴⁹ EEA. *Water abstraction - Water resources* [on-line]. [cit. 2008-01-28]. Dostupné na Internetu: <http://www.eea.europa.eu/themes/water/water-resources/water-abstraction>.

⁵⁰ PARRY, M. et al. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. 2007. s. 543.

2.4 Ekosystémy

Ekosystém můžeme definovat jako základní funkční jednotku přírody. Zahrnuje části živé i neživé přírody, mezi kterými existují vzájemné vazby v podobě výměny energií, hmoty, vody, prvků a jejich sloučenin. Vztahy existují jak mezi prvky samotného ekosystému, tak mezi jeho prvky a okolím. Lidstvo je ve své podstatě na ekosystémech závislé. Ekosystémy poskytují lidstvu určité služby, či statky. Lidstvo z přírodního prostředí čerpá zdroje, např. vodu, potraviny, nerostné suroviny a další. Živé organismy přispívají k regulaci klimatu, k rozkladu odpadů, opylování rostlin, ochraně pobřežních oblastí atd. Lidstvo svou činností ekosystémy vždy ovlivňovalo. V posledních letech však vyvíjí na ekosystémy stále větší tlak v podobě znečišťování ovzduší, vody, půdy, přetváření přírodních lokalit a další. Významnou roli zde hraje také změna klimatu. Klimatické podmínky ovlivňují schopnost existence mnoha druhů. V současné době je možné pozorovat významné změny na mnoha ekosystémech.

Polární ekosystémy

Polární ekosystémy jsou považovány za nejzranitelnější vůči změně klimatu. Nepříznivé dopady se dotknou druhů, jako např. mořských ptáků, tuleňů, polárních medvědů, ptáků a kopytnatců žijících v tundře. Předpokládá se, že změna klimatu se nejvíce projeví právě ve vyšších zeměpisných šířkách. Překvapivé je, že subantarktická moře patří k těm nejbohatším na Zemi. Na polozmrzlém rozhraní mezi plujícími ledovci a slanou vodou se daří mikroskopickému planktonu, který je základem potravního řetězce. Planktonem se živí krill, který je základem potravy pro mnoho polárních živočichů, např. ryb, ptáků, ploutvonožců, kytovců. Dostatek krillu, příznivě ovlivňuje bohatství polární fauny. Nejvíce krillu z jeho populace na jižní polokouli žije v jihozápadním Atlantském oceánu. Dr. Argus Atkinson zjistil, že od konce 70. let 20. století množství krillu prudce klesá. Vědci zjistili, že množství krillu je ovlivněno postupem ledu na moři. Více ledu znamená v zimním období více potravy pro krill (plankton). Zmenšování plochy ledu na moři vede k nižšímu výskytu krillu, což představuje hrozbu pro živočichy, kteří zde získávají potravu. Např.

populace tučňáků císařských se za třicet let zmenšila na polovinu a počet tučňáků kroužkových se snížil o 70 %.⁵¹

Následky změny klimatu se objevují také v Arktidě. Např. na jižní Aljašce jsou zimy o 2 – 3 °C teplejší než před třiceti lety. Výsledkem změny klimatu je zde rozšíření např. lýkohuba smrkového, hmyzu, který ničí stromy. Za posledních patnáct let zničil téměř 40 milionů stromů. Dříve bránily rozšíření tohoto hmyzu tuhé zimy. Mírné zimy v posledních letech vytvářejí dobré podmínky pro šíření tohoto škůdce. Málo sněhu a tající led v pobřežních oblastech znemožňuje vyhrabávání doupat, do kterých polární zvířata přivádějí mláďata. Zvyšující se teplota bude znamenat nadále se zhoršující podmínky pro život mnoha druhů.

Ekosystémy oceánů

Oceány pokrývají 71 % povrchu Země. Produktivita oceánů závisí na slunečním světle a na živinách dopravovaných mořskými proudy z hlubokých vod směrem k hladině. Mořské ekosystémy lidstvu poskytují statky a služby v podobě ryb, energie, možnosti rekreace a turismu, pohlcování CO₂, regulace klimatu, rozkládání organických látek a obnově živin a ochrany pobřeží. Klimatická změna má za následek oteplování vod oceánů, rostoucí teplotní rozvrstvení vody a snižování promíchávání těchto vrstev tzn., že živiny z hlubokých vod se dostatečně nedostávají k hladině a naopak kyslík se nedostává z hladiny do hlubších vod, dále rostoucí hladinu moře, úbytek mořského ledu, rostoucí riziko výskytu nejrozumnějších chorob přímořské fauny a flóry, snižování pH mořské vody a další. Schopnost absorbovat CO₂ ovlivňuje obsah uhličitánů v mořské vodě. Ty se do oceánu dostávají z řek, které proudí přes vápenec a další horniny obsahující vápník. Při zvýšení koncentrace CO₂ se množství uhličitánů vyčerpává, což způsobuje okyselování oceánů a menší schopnost mořské vody absorbovat CO₂. Živočichové, kteří jsou citliví na okyselování oceánu, nejsou poté schopni vyrábět si uhličitánové schránky. Bylo zjištěno, že schopnost absorpce CO₂ oceány se již snížila. V 80. letech 20. století přijímaly oceány kolem 1,8 miliardy tun uhlíku ročně, v roce 1990 toto množství kleslo pod 1,6 miliardy tun.⁵²

⁵¹ FLANNERY, T. *Měníme podnebí. Minulost a budoucnost klimatických změn*. 2007. s. 87.

⁵² FLANNERY, T. *Měníme podnebí. Minulost a budoucnost klimatických změn*. 2007. s. 37

Změna v teplotě či kyselosti mořské vody má za následek blednutí korálů. Korálové útesy patří v oceánech mezi nejrozmanitější ekosystémy a jsou přirozeným prostředím pro čtvrtinu mořských druhů. Některé státy mají svá území pouze na korálových ostrovech. Korálové útesy poskytují na mnoha místech jakousi ochranu před rozbouřeným mořem a pro velké množství lidí jsou místem rybolovu a tedy jejich mnohdy jediné obživy. Korálové útesy na změny klimatu reagují zvláště citlivě. Pokud teplota moře překročí určitou hranici, koráli začínají blednout. Pokud je zvýšení teploty jen přechodné, mohou se pomalu zotavit, pokud je však oteplení trvalé, korál pomalu uhynie. Příčinou je rozpad vzájemného partnerství. Velká většina korálů žije v symbióze s řasou známou jako zooxanthella. Tyto řasy žijí uvnitř tkání korálů a fotosyntézou vytvářejí zdroj potravy pro korály. Korál tak z tohoto spolužití přijímá až 90 % potřebných živin. Zvýšená teplota vody oslabuje schopnost řasy provádět fotosyntézu a tak od svého partnera bere více než mu dává. Pokud se vysoká teplota vody udrží 1-2 měsíce, korál umírá nedostatkem potravy a zůstává po něm jen prázdná schránka. To má vliv na mnoho dalších druhů, pro které je korál přirozeným prostředím života, jako např. houby, sasanky či obrovské škeble. Současné odhady říkají, že 10 % korálů je nenávratně zničeno, 30 % je v kritickém stavu a mohou zemřít během 10 až 20 let. Vědci předpokládají, že pokud znečišťování a ovlivňování přirozeného prostředí korálů bude pokračovat tak jako doposud, mohlo by 60 % útesů uhynout do roku 2050. Na korály mají vliv jak antropogenní vlivy, tak přírodní, jako jsou např. hurikány, které mohou korálové útesy oslabit, takže již nejsou schopny odolávat stále silnějším vlivům činnosti člověka (znečištění, nadměrný rybolov atd.).⁵³

Lesní ekosystémy

Lesní ekosystémy představují nejkomplexnější společenství zvířat a rostlin na Zemi. Jejich součástí jsou stromy, keře, byliny, traviny, půda a různí býložravci a masožravci, od velkých savců až po malé hmyz, mikroorganismy a další. Lesní porosty zabírají asi 30 % povrchu Země, z toho asi 42 % leží v tropech, 25 % ve středních pásmech a 33 % v severních oblastech. Lesní ekosystémy poskytují různé statky a služby. Jsou přirozeným prostředím pro faunu a flóru, pohlcují atmosférický CO₂ a tím napomáhají regulovat klima, slouží jako ochrana půdy, ochrana a čištění vody, rekreační a kulturní místa atd. Udržitelné hospodaření se stromy ovlivňuje délku života lesů. Stromy patří k obnovitelným zdrojům,

⁵³ NOAA. *Hazards to Coral Reefs* [on-line]. Vystaveno 11. 4. 2007 [cit. 2008-02-02]. Dostupné na Internetu: <http://coris.noaa.gov/>.

jsou tedy schopny postupně nahrazovat pokácené stromy. Každoročně se les může rozšířit o více než 5 %. Je-li však kácení lesů příliš velké a rychlé, dochází k degradaci lesní půdy, mnoho živočichů ztrácí své přirozené životní prostředí, dochází k narušení rovnováhy, která je pro lesní ekosystémy nezbytná. Ztráta zalesněných ploch může přispívat ke změnám ve srážkových vzorcích, teplot, proudění větrů, přílišnému vysychání půdy, záplavám a degradaci půdy. Tyto změny mají vliv jak na zvířata, tak na lidi. Velkým problémem je vypalování lesů z důvodu např. získání nového prostoru pro pastviny. Při hoření lesa se do atmosféry uvolňuje CO₂. Jestliže je uvolňování oxidu uhličitějšího větší, než je schopnost rostlin a oceánů tento dodatečně uvolněný CO₂ absorbovat, může to značně přispívat ke globálnímu oteplování. Lesy jsou zdrojem živobytí pro miliony nejchudších lidí na světě. Mnoho z nich ztrácí přístup k lesům z důvodu deforestace, která v současné době dosahuje 16,8 milionů hektarů ročně. Při odstranění lesního porostu, může dojít k sesuvům půdy a záplavám, protože voda není zadržena kořeny stromů, může tedy dojít k promáčení půdy, kterou stromy dříve zpevňovaly.

Klimatická změna může být pro některé lesní porosty také pozitivní, např. prodloužení vegetačního období z důvodu oteplování. Během pár posledních dekad došlo ke zvýšení množství CO₂, které jsou lesy schopny pohlcovat. To je výsledkem např. zvýšené koncentrace CO₂ v ovzduší nebo změny hospodaření s lesními porosty. Odhady ze satelitních snímků ukazují, že došlo ke zvýšení schopnosti pohlcovat CO₂ o 6 % v letech 1982 – 1999, zejména u tropických lesů. Rostoucí koncentrace CO₂ v atmosféře slouží pro mnohé rostliny do určité míry jako hnojivo (velikost tohoto účinku však není stále dostatečně prozkoumána), rostoucí teplota v chladných oblastech by mohla přinést více srážek, což bude mít pozitivní vliv na vznik vodní páry a také pro zlepšení vodních podmínek v oblastech, kde jsou nedostačující. Na druhou stranu bylo zjištěno, že od roku 1975 došlo k významnému zpomalení růstu stromů. V roce 2003 byl růst dospělých stromů o 49 % pomalejší ve srovnání s růstem před rokem 1975. Analýzy zabývající se vztahem klimatu a růstu dospívají k názoru, že pozorovaný pokles je výsledkem rostoucích teplot. Také v Severní Americe byl pozorován pokles růstu stromů ve značné části severních lesů, pravděpodobně kvůli teplejším a delším létům. Naopak v oblastech tundry se růst zvětšuje. Růst teplot může mít za následek také prodloužení doby, kdy určité druhy hmyzu ničí lesní porosty. Během posledních 20 let byl v USA pozorován nárůst např. kůrovce.⁵⁴ V důsledku

⁵⁴ PARRY, M. et al. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. 2007. s. 107.

teplejších a suších letních podmínek došlo k nárůstu lesních požárů. Dopady změny klimatu na lesní ekosystémy budou vyplývat především ze změn sezónních a denních srážek a teplot. Především severské lesy jsou označovány jako velmi zranitelné k dlouhodobé změně klimatu. Horské lesy ztrácejí své přirozené vysokohorské prostředí kvůli rostoucím teplotám, spodní hranice těchto lesů se posouvají do vyšších nadmořských výšek, což má vliv na celý lesní ekosystém.

Sladkovodní ekosystémy

Rozsah zranitelnosti vodních ekosystémů na klimatickou změnu se odvíjí od geografické polohy daného ekosystému. Mezi přímé efekty změny klimatu na vnitrozemské vodní ekosystémy patří růst teploty a koncentrace CO₂, k nepřímým efektům patří změny ve srážkových vzorcích v dané oblasti, tání ledovců a ledovcové pokrývky. Rostoucí teplota bude mít za následek snižování jakosti vody v jezerech, to negativně ovlivní mikroorganismy, různé druhy ryb a může mít za následek rozšíření invazivních tropických živočichů více na sever. Pravděpodobně bude docházet ke změnám ve složení živočišných druhů a jejich vzájemném ovlivňování potravinového řetězce. Změny ve srážkových vzorcích mohou mít za následek snížení biologické rozmanitosti mokřadů a dalších vodních ekosystémů.⁵⁵

Od 60. let 20. století se povrchová teplota vody v jezerech a řekách v Evropě, Severní Americe a Asii zvýšila o 0,2 – 2 °C. Hlubinná voda ve velkých východoafrických jezerech (Viktoriino, Malawi, Tanganika atd.) se od začátku 20. století oteplila o 0,2 – 0,7 °C, což je známkou dlouhodobého trendu. Zvyšování teploty vody ovlivňuje schopnost jejího promíchávání, kyslík se tedy nedostane do hloubky a živiny naopak k hladině. Dochází také ke změnám v chemickém složení vod v jezerech, zvyšuje se např. salinita vody. Tyto změny ovlivňují celé jezerní ekosystémy. Změny byly zaznamenány v jezerech např. v Evropě, Africe, Rusku i Japonsku. U mnoha jezer je zaznamenáno jejich vysychání, příčinou může být globální oteplování, neuvážená výstavba přehrad na hlavních přítocích těchto jezer a přílišné zavlažování okolní půdy. Příkladem může být Aralské jezero, jehož rozloha se od roku 1966 zmenšila téměř na polovinu. Jako hlavní příčina vysychání jezera je uváděno nadměrné využívání vody pro zavlažování bavlníkových plantáží. V roce 1954

⁵⁵ PARRY, M. et al. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. 2007. s. 233.

zahájil SSSR projekt zavlažování pouští a řeky z pohoří Pamír a Ťan-šan, které do jezera přiváděly vodu, byly svedeny do soustavy zavodňovacích kanálů. Velkou roli hraje také změna klimatu. V letech 1960 – 1990 vzrostla průměrná lednová teplota vzduchu v této oblasti o 6 °C.

Změny můžeme pozorovat i v dalších např. pobřežních či horských ekosystémech.

2.4.1 Změny v ekosystémech Evropy

Klimatická změna byla nedávno přidána na seznam environmentálních tlaků, které ovlivňují ekosystémy. Vhodné klimatické podmínky jsou v každé oblasti základem pro existenci různých druhů, narušíme-li tuto rovnováhu, může to mít za následek v nejhorším případě i vymření celých populací daného druhu. Dojde-li ke změně v jednom ekosystému, může to vážně ohrozit i další ekosystémy, jelikož ty jsou mezi sebou vzájemně propojeny nejrůznějšími vazbami. Např. degradace půdy může vést k neschopnosti dodávat živiny rostlinám, které mohou být zdrojem potravy pro jiné druhy. V současné době se vědecká obec shoduje, že došlo k oteplení přibližně o 0,63 °C. I přesto, že je to méně než pouhý 1 °C, má toto oteplení již dnes viditelné účinky na mnoho ekosystémů, např. korálové útesy (viz výše).

V Evropě je pozorováno zvýšení teploty a snížení srážek, což dále ovlivňuje různé přírodní ekosystémy, např. polární savci jsou ovlivňováni teplejšími podmínkami a úbytkem mořského sněhu. Při zvýšení teploty o 2 – 3 °C se předpokládá ztráta přirozených prostředí o více než 50 %. Nejvíce budou postiženy polární oblasti, kde bude oteplování nejvyšší a mohlo by dosáhnout zvýšení až o 7 °C.⁵⁶ Velká Británie zaznamenává značnou ztrátu dříve stabilních druhů. V Evropě jsou identifikovány čtyři regiony s vysoce zranitelnými ekosystémy: polární region (zahrnuje část Skandinávie a Grónska), horské oblasti, pobřežní zóny (zejména v Baltském moři) a různé části Středomoří.

V Evropě je ohroženo vyhynutím více než 300 druhů obratlovců, patří sem např. iberský rys, medvěd hnědý a všechny druhy mořských savců. Ohroženo je 38 % druhů ptáků, 45 %

⁵⁶ EEA. *Vulnerability and adaptation to climate change in Europe*. 2006. s. 16.

přelétavých druhů a 5 % měkkýšových druhů. Přibližně 80 % rybích násad je ohroženo zhroutením nebo jsou neznámého statutu. Zaniklo 64 známých místních rostlinných druhů a 800 rostlinných druhů, které se vyskytují v Evropě je ohroženo vyhynutím. Došlo ke ztrátě biologické rozmanitosti v mokřinách. Zůstal pouze malý podíl původních přírodních lesů. V horách severovýchodního Španělska bylo zjištěno, že dospělé stromy rostou v nižších nadmořských výškách pomaleji než ve vyšších. Během několika posledních dekád došlo k poklesu úrodných zemědělských lokalit a mnoho evropských mořských ekosystémů je narušeno.⁵⁷ Jako hlavní příčiny bývají uváděny fragmentace prostředí, přetváření původních biotopů, nadměrné využívání přírodních zdrojů či záměrné nebo neúmyslné vysazování invazivních vetřeleckých organismů.

Na úrovni Evropské unie dochází k zavádění nejrozličnějších legislativních opatření na ochranu a obnovu přírodního prostředí. Je vytvářena síť chráněných oblastí, která je známa pod názvem Natura 2000. Chráněné oblasti pokrývají přibližně 850 000 km² a představují 20 % území EU. Nejlépe si v této oblasti vede Nizozemsko. Mezi nejdůležitější legislativní předpisy patří Směrnice o ptácích a Směrnice o stanovištích. Na poli ochrany přírodního prostředí bylo na území EU uděláno již mnoho. Změna klimatu si však vyžaduje širší a ještě významnější ochranu přírodního prostředí a všech jeho složek, na které se budou podílet všechny členské země, za použití všech dostupných prostředků.

2.5 *Produkce potravin a lesních produktů*

Více potravinové produkce než z vodních ekosystémů pochází z pozemského prostředí. Půda má pro lidstvo velký význam, je prostředkem produkce potravin a ostatní biomasy, je zdrojem surovin, má filtrační účinky, je prostředím pro lidstvo. Eroze půdy je však v současné době několikanásobně rychlejší než je její schopnost se obnovovat. Hlavními příčinami degradace půdy jsou eroze, kontaminace, okyselování a další. Potravinová produkce z vodních ekosystémů je ohrožena jak lidskými zásahy, jako je např. znečišťování a okyselování vod, nadměrné výlovy ryb, které se nestačí obnovovat, tak klimatickou změnou, způsobující zvyšování teploty oceánů, zvyšování kyselosti vody a další. Dopady klimatické změny na produkci potravin nemusí být jen negativní, ale

⁵⁷ EUROPEAN COMMISSION. *Environmental Fact Sheet: Nature and Biodiversity*, 2005. [cit. 2008-02-05]. Dostupné na Internetu: <http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/biodiversity.pdf>

v tomto případě mohou být v některých oblastech dokonce pozitivní. Záleží však na rozsahu klimatické změny, oblasti a typu produkce.

Zemědělství vyvíjí jeden z největších tlaků na přírodní prostředí. Obdělávaná půda a pastviny zabírají přibližně 40 % zemského povrchu. Téměř 70 % obyvatel v rozvojových zemích žije ve venkovských oblastech, ve kterých je zemědělství nejčastějším způsobem obživy. Růst příjmů ze zemědělství v rozvojových zemích podporuje poptávku po jiných než základních statcích a službách, které přispívají k rozvoji člověka. Podle Organizace OSN pro výživu a zemědělství přibližně 450 milionů nejchudších lidí je závislých na službách, které poskytují ekosystémy. Příkladem může být rybářství. Rybaření poskytuje více než 2,6 miliardám lidí nejméně 20 % z jejich průměrného příjmu živočišných bílkovin. Avšak 3/4 světových rybářských oblastí je plně využíváno, přetíženo nebo vyčerpáno.⁵⁸ Velmi nepříznivé dopady na přirozenou obnovu rybí populace má používání velmi hustých sítí, které zachytí i nedospělé jedince, kteří jsou z důvodu nerentability vhozeni zpět do moře. Při lovu ryb umírají i další živočichové, kteří jsou buď v sítích umačkáni nebo se udusí avšak bez zužitkování jsou vhozeni zpět.

Změnou klimatu jsou ovlivněny procesy, které řídí produktivitu zemědělských, lesnických a rybářských systémů. Změna klimatu přináší především změny v teplotách, radiaci, rychlosti vypařování vody, tlaku či rychlosti větrů. Současná zemědělská produkce je ovlivňována stoupající teplotou zejména v rozvojových zemích. Roste-li teplota, zvyšuje se odpařování vody z půdy a ostatních vodních systémů. Produkce potravin tak může být postižena nedostatkem vody, zejména ve velmi suchých oblastech, které jsou již dnes postiženy vodním stresem. Příkladem mohou být některé oblasti Afriky, kde mnoho farmářů bojuje s nedostatkem vody. I krátkodobé změny a výkyvy počasí mohou způsobit, že příjmy farmářů se sníží.

Klimatická změna může znamenat potenciálně pozitivní efekty jako např. přizpůsobení rostlin novým podmínkám a snížení potřeby vody, CO₂ funguje u některých rostlin jako hnojivo, pro oblasti s chladným klimatem by zvýšená teplota znamenala pro produkci potravin prospěch, přičemž ve vyšších zeměpisných šířkách se může stát dostupná nová půda pro zemědělství. Pozitivní dopady klimatické změny se očekávají spíše ve vyspělých

⁵⁸ PARRY, M. et al. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. 2007. s. 276.

zemích. Rozvojové země mají nižší adaptační schopnosti a jsou více závislé na zdrojích, které jsou citlivější ke změně klimatu, např. voda. Předpokládá se, že ztráty produkce v určitých regionech budou kompenzovány nárůstem produkce v jiných regionech. Pro produkci rostlin bude rostoucí teplota mnohdy příznivá, jelikož fotosyntéza rostlin se zvyšuje s růstem teploty, např. pšenice, sója. Na druhou stranu růst pšenice je příznivě ovlivněn mrazivým obdobím. Větší problémy se očekávají na regionální úrovni než na globální.

2.5.1 Produkce potravin a lesních produktů v Evropě

Evropské zemědělství vytváří pouze malou část hrubého domácího produktu. Klimatická změna by tedy neměla přinést evropské ekonomice z celkového hlediska velké potíže. Přesto polovina z území Evropské unie je obhospodařována. Zemědělství významně ovlivňuje znečištění vody, degradaci půdy, ztrátu biodiverzity, znečištění vod pesticidy a také přispívá k znečištění ovzduší. Větší problémy může klimatická změna vyvolat na regionální či národní úrovni a to zejména v zemích jižní a střední Evropy, kde sektor zemědělství hraje významnou roli při zaměstnávání obyvatel. Zejména zemědělci v západní Evropě mají větší množství prostředků, aby se mohli do určité míry adaptovat na změny, které přináší klimatická změna. Již v současné době jsou oblasti v jižní Evropě postiženy zejména v letní sezóně nedostatkem vody, čímž trpí také výnosy zemědělců z jejich produkce. Zvyšující se teploty budou mít za následek další snižování výnosů pro již tak postižené oblasti. V roce 2003 postihla Evropu vlna veder. Teploty byly o 6 °C vyšší než byl dlouhodobý průměr a srážky byly o 300 mm menší. Následkem této události byl pokles výnosů mnoha farmářů. Ve Francii se snížila produkce kukuřice o 30 % a sklizeň ovoce byla menší o 25 %. Výnosy vinné révy byly nejmenší za posledních 10 let. Ekonomické ztráty pro Evropskou unii dosáhly výše 13 miliard eur.

Rybářství zaznamenává výrazné vyčerpávání rybích populací, což může mít následky pro ostatní mořské ekosystémy a také pro rybí průmysl. Pokračující ohřívání vod v severním Atlantiku má negativní následky pro chladnomilné ryby, jejichž populace se posouvá stále více na sever, např. severomořská treska. Změny v teplotě vody budou mít zřejmě za následek pokles produkce ryb a měkkýšů. Také znečištění vod má za následek snižování stavů rybí populace. Mořská akvakultura může být omezena klesající dostupností míst

s dostatečně chladnými povrchovými vodami. Změna klimatu je jedním z mnoha faktorů, které ovlivňují produktivitu a udržitelnost rybaření. Největším problémem jsou však přílišné výlovy rybích zdrojů, které ohrožují udržitelný rybolov v mnoha zemích OECD.⁵⁹

Přibližně 30 % území Evropy je pokryto lesy. V některých zemích Evropy je lesnictví důležitým odvětvím hospodářství, navíc lesy přispívají k vázání uhlíku z atmosférického CO₂. Mnoho druhů dřevin je závislých na určité teplotě vzduchu a vlhkosti půdy. Rostoucí teploty ovlivňují také vypařování vody z půdy a tím může dojít k redukci množství těchto dřevin a také jejich kvality. Klimatická změna může ovlivnit četnost a průběh např. přírodně vznikajících požárů lesů, větrných poryvů a také mohou ovlivnit šíření škůdců. Předpokládá se, že rostoucí teploty budou mít za následek posun hranice lesních zón více na sever.

2.6 Lidské zdraví

Lidstvo je ovlivněno následky klimatické změny, jako jsou např. změny ve srážkách, rostoucí hladina moří, zvyšování teploty atd. Lidstvo ovlivňuje také změna kvality vody, vzduchu, potravin, mění se zemědělství, ekosystémy aj. Zpočátku jsou změny menšího rozsahu, do budoucna se však předpokládá rostoucí rozměr změn, kterými bude lidstvo ovlivněno stále více. Za posledních 50 let došlo ke zlepšení zdraví lidstva a došlo k prodloužení délky života. Zlepšení však není po celém světě stejné, v některých oblastech mohlo dojít také ke zhoršení. Nejvíce postiženi jsou lidé v některých částech Afriky, Jihovýchodní Asie a Latinské Ameriky. Téměř polovinu všech onemocnění tvoří nepřenosné nemoci, jako jsou srdeční choroby, diabetes, mrtvice a rakovina. Nejrychleji se tato onemocnění rozšiřují v nízké a středně příjmových zemích.

Klimatická změna může mít vliv na přenos infekčních chorob, sezónní šíření pylových alergenů a na četnost a intenzitu veder. S vysokou pravděpodobností se předpokládá, že zvýšení četnosti a intenzity veder zvýší riziko úmrtnosti a onemocnění hlavně u starších věkových skupin a chudší části obyvatel. Příkladem může být vlna veder, která postihla Evropu v srpnu 2003. V tomto období byla hlášena zvýšená úmrtnost např. v Belgii, České

⁵⁹ EEA. *Vulnerability and adaptation to climate change in Europe*. 2006. s. 19.

republike, Německu, Portugalsku, Španělsku, Nizozemí, Velké Británii či Itálii. Celkový počet úmrtí dosáhl téměř 35 000 lidí. Ve Francii zemřelo více než 14 800 lidí.⁶⁰ Předpokládáme-li do budoucna další růst teplot, zvýšené vypařování vod, rostoucí nedostatek vody v některých oblastech, zvýšenou četnost veder a stárnoucí populaci Evropy, která je na vlny veder náchylná nejvíce, můžeme očekávat, že míra úmrtnosti na následky tepla dosáhne ještě větších čísel. Růst extrémních výkyvů počasí, jako jsou záplavy, bouře, sucha atd., mohou mít za následek smrt či zranění lidí v postižené oblasti, nucené opuštění domů, zhoršení kvality vod, poničení zemědělské produkce, a to zejména v chudších zemích. V mnoha regionech se zejména během léta zvyšuje koncentrace přízemního ozónu, který je pro člověka nebezpečný. Mimo jiné má na vznik ozónu vliv také teplota a sluneční záření. S rostoucí teplotou můžeme tedy očekávat další růst koncentrací ozónu v mnoha oblastech.

Problémy může přinášet i změna rozšíření nemocí přenášených bacilonosiči, jako jsou např. komáři, klíšťata a další. Vlivem zvyšujících se teplot se někteří bacilonosiči mohou s měnícími se podmínkami přesouvat stále více na sever, kde pro ně dříve nebylo možné žít. Tak se některé nemoci, které se dříve vyskytovaly pouze v teplých oblastech Afriky, mohou objevit také v jižní Evropě, z Jižní a Střední Ameriky se mohou bacilonosiči přesouvat do Severní Ameriky atd. Na severovýchodě Severní Ameriky byl zaznamenán vývoj některých komárů, kteří se přizpůsobili zvýšeným průměrným povrchovým teplotám a dřívějšímu příchodu jara během posledních dvou desetiletí. Tento komár nepřenáší na člověka sice nemoci, ale je velmi příbuzný nebezpečnějším komárům, kteří by mohli brzy podstoupit podobný vývoj.

Vysoké teploty a vlhkost mohou mít negativní následky pro povolání, kde hrozí únava teplem. Výsledkem takového přemáhání mohou být chronické následky z úpalu či dokonce smrt. Nejvíce jsou tomuto nebezpečí vystaveni pracovníci na stavbách, zemědělci, lesníci, rybáři. Tato rizika nejsou menší ani v tropických zemích, kde jsou lidé spíše zvyklí na vysoké teploty a vlhkost vzduchu. V roce 2003 při vlně veder v Evropě, došlo k úmrtí také z důvodu úpalu pracovníků. Vyšší teploty vedou také ke zhoršení pracovní výkonnosti, což má následky na hospodářské výsledky firem.

⁶⁰ PARRY, M. et al. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. 2007. s. 397.

2.6.1 Důsledky pro zdraví v Evropě

V několika posledních desetiletích byly zaznamenány některé následky klimatické změny na lidské zdraví, zejména vlny veder nebo naopak mrazy či šíření bacilonosičů. Evropa bude stále častěji postihována vlnami veder, které budou mít za následek úmrtí osob s nižší adaptační schopností. Na druhou stranu kvůli oteplování v zimních obdobích, bude docházet ke stále menšímu počtu úmrtí z důsledku podchlazení. Očekávají se intenzivnější srážky, které mohou způsobit rozsáhlé a časté záplavy, a tak být příčinou úmrtí záplavami postižených lidí. Přírodní katastrofy, jako např. záplavy, jsou často také příčinou psychických onemocnění (stres, deprese atd.). Mohlo by dojít k nárůstu onemocnění ze špatné vody a potravin, jejichž kvalita může být snížena kvůli vysokým teplotám. Dále změny v příchodu jara a dalších období, mohou vyvolat změnu období, kdy kvetou různé alergenů, čímž může u některých jedinců dojít ke zhoršení průběhu alergie.

Rostoucí teploty pravděpodobně zvětší zeměpisný rozsah klíšťat a ty se začnou vyskytovat na místech, kde dosud nežila. Zvýšení výskytu nemocí, které jsou přenášeny klíšťaty, je pozorováno od 80. let 20. století v oblasti Baltského moře, v zemích střední Evropy a Rusku.⁶¹ Ve Švédsku byl pozorován pohyb klíšťat více na sever a do vyšších nadmořských výšek. Tento trend byl pozorován také v České republice. Vztah mezi změnou klimatu a šířením klíšťat není však stále dostatečně prostudován. Jedním z dalších problémů jsou komáři přenášející malárii. Tato nemoc se vyskytuje zejména v chudších a více zranitelných oblastech. Očekává se, že se tato nemoc objeví v místech, kde byla již dříve vymýcena.

Dopady změny klimatu na lidské zdraví budou ovlivněny také stavem současných podmínek pro život. Velký vliv hraje stav životního prostředí, tzn. kvalita vody, potravin, vzduchu, způsob použití hnojiv a různých chemikálií v zemědělství atd. Pokud již dnes dochází k poškozování zdraví obyvatel tímto způsobem, potom adaptační schopnost na nové podmínky může být velmi nízká. Důležitou roli hraje také systém zdravotní péče v jednotlivých zemích. Strukturální změny v některých zemích střední a východní Evropy přinesly rovněž změnu zdravotní péče. V mnoha zemích je zdravotnictví na vysoké úrovni,

⁶¹ EEA. *Vulnerability and adaptation to climate change in Europe*. 2006. s. 25.

jiné země své zdravotnictví pomalu zlepšují. Země s nejnižší a nízkou zdravotní péčí jsou nejvíce ohroženy zdravotními dopady, které změna klimatu přináší.

2.7 Závěr

S jistotou můžeme říct, že probíhající změny mají vliv na člověka i přírodní prostředí. V současné době se mnoho vědců zabývá právě vlivy klimatické změny na jednotlivé složky živé i neživé přírody, zda-li existuje nějaký vliv a pokud ano, tak v jakém rozsahu. Důležitou otázkou je, zda změny, které v našem okolí probíhají, jsou způsobeny právě změnou klimatu, či jde pouze o přirozený přírodní cyklus. Nepochybně však člověk svou činností své prostředí ovlivňuje a to zase ovlivňuje člověka.

Také Bjorn Lomborg ve své knize Skeptický ekolog popisuje důsledky klimatické změny. Zabývá se vlivem globálního oteplování na vzestup mořské hladiny. Lomborg říká, že za posledních sto let vzrostla hladina o 10 – 25 cm. Tvrdí, že předpokládané zvýšení hladiny o 31 – 49 cm (IPCC říká o 18 – 59 cm viz kapitola 2.2) bude ze tří čtvrtin způsobeno rozpínavostí vody při její vyšší teplotě a pouze zbylá jedna třetina bude způsobena odtékáním rozpuštěné vody z ledovců. Dále kritizuje IPCC za zveličené hodnoty počtu ohrožených lidí opakovanými záplavami, jelikož ve svých modelech předpokládá několik situací.

První je předpoklad trvalé ochrany (tzn. neměnné) a nulového růstu hladiny. Lomborg namítá, že růst populace je spojen s rostoucím zalidněním ohrožených oblastí, je tedy logické, že záplavami bude postiženo více lidí, aniž by musela růst četnost záplav. Dále model nebere v úvahu, že svět bude postupem času stále bohatší a i v současnosti nejchudší země budou mít více prostředků, aby si mohly dovolit ochranu proti záplavám a stoupající hladině.

Další model bere v úvahu situaci trvalé ochrany a růstu hladiny o 40 cm. Tento model předpokládá zvýšení počtu ohrožených lidí asi o 200 milionů více než při nulovém vzestupu hladiny. Opět však nepředpokládá, že svět bude bohatší a tedy, že země nepodniknou žádná zlepšení na ochranu svých obyvatel. Nakonec se model zabývá situací, kdy se hladina zvýší o 40 cm a země budou podnikat ochranná opatření. Model

předpokládá, že opatření budou podnikána v situaci bez vzestupu mořské hladiny, tedy že země se budou bránit pouze proti úrovni hladiny, která byla před 80 lety. Lomborg uvádí, že náklady na ochranu jsou u většiny zemí odhadovány ve výši 0,1 % HDP, u malých ostrovních států na několik procent HDP. Je tedy nepravděpodobné, že by země nevyvalily tak malou výši HDP na svou ochranu, přičemž je levnější podniknout ochranná opatření než záplavám pouze přihlížet.

Dále se zabývá důsledky pro zemědělství. IPCC ve svých zprávách tvrdí, že se globální produkce obilí sníží o 11 – 20 %. Lomborg argumentuje tím, že většina plodin (pšenice, rýže) roste lépe, pokud je v atmosféře více CO₂, jelikož funguje jako hnojivo. Dále uvádí, že vyšší teplota zesiluje zúrodnovací efekt, takže průměrné výnosy se zvýší přibližně o 30 % s odchylkou -10 až +80 % podle typu oblasti a že bude docházet k mírné adaptaci, tzn. že farmáři budou měnit termín výsevu podle změn v příchodu ročních období nebo přejdou na jinou plodinu. Podle Lomborga bude klimatická změna v oblasti zemědělství výhodná pro průmyslový svět a nevýhodná pro rozvojový svět, přičemž se bude projevovat přibližně až v polovině 21. století, takže rozvojové země budou mnohem bohatší a rozvinutější a jejich adaptační schopnosti se zvýší. Zde však můžeme oponovat výsledky pokusu botaniků Elizabeth Tansleyové a Stephena Longa, kteří pěstovali rostliny zásobované uměle vyrobeným vysokým množstvím CO₂. Ukázalo se, že zvýšené množství oxidu uhličitého dovedou využít spíše stromy než křoviny či traviny a mezi rostliny, které z toho těží nejméně patří i naše nejdůležitější plodiny. Např. výnosy rýže se po zdvojnásobení koncentrace CO₂ zvýšily pouze o 6 %, pšenice o 8 %. Navíc do budoucna budou rostliny postiženy přízemním ozónem, rychlejším vysycháním půdy, takže výsledkem v konečném důsledku bude snížení produkce.⁶²

Další oblastí, kterou se Lomborg zabývá je lidské zdraví. Proti závěrům IPCC, že vyšší teploty budou mít za následek vyšší úmrtnost namítá, že nebere v úvahu, že v bohatším světě bude mít více lidí přístup ke klimatizaci a že naopak bude docházet k méně úmrtím kvůli chladnému počasí, kvůli kterému umírá více lidí než v létě. Dále uvádí, že lidé se dokáží na změny teploty adaptovat. Jako možný následek oteplení je uváděno rozšíření přenašečů tropických nemocí. Podle Lomborga je však boj s těmito nemocemi otázkou

⁶² FLANNERY, T. *Měníme podnebí. Minulost a budoucnost klimatických změn*. 2007. s. 173.

účinného monitorování choroby a zdrojů k financování vymýcení přenašečů a jejich líhní. Zároveň při zachování stávající péče není pravděpodobné, že by se tyto nemoci rozšířily.

Z globálního hlediska probíhají v přírodním prostředí značné změny. Některé z nich jsou prokazatelně způsobeny lidskou činností, o jiných změnách to s jistotou říct nemůžeme. Jisté ale je, že např. arktické ledovce se rozpouštějí a hladina moří roste. Někteří vědci tvrdí, že oteplování Země je způsobeno skleníkovými plyny, jiní že zvýšenou sluneční aktivitou. Je však pravděpodobné, že oteplování je výsledkem působení obou těchto faktorů, ovšem nemůžeme přesně říct, z kolika procent způsobují oteplování skleníkové plyny a z kolika sluneční aktivita. Podle vědců nebyla ještě překročena hranice oteplení, za kterou už nelze důsledky zvrátit. Je tedy nutné, aby byla dostatečně rychle provedena opatření, která zabrání dosažení této hranice, než bude stoprocentně jisté, zda oteplování je výsledkem lidské činnosti a je možné jej ovlivnit nebo jde o přirozený přírodní cyklus, na který se můžeme pouze adaptovat.

3 OPATŘENÍ EU V OBLASTI ZMÍRŇOVÁNÍ KLIMATICKÉ ZMĚNY A ADAPTACE NA DŮSLEDKY

Následky klimatické změny nebudou na všech místech stejné, ale budou se lišit podle charakteristik daného regionu. V oblasti přijímání různých opatření na zmírnění klimatické změny by mělo být postupováno co možná nejjednodušším krokem, v oblasti adaptace na důsledky bude záležet na jednotlivých regionech, kterým následkům budou vystaveny. Klimatická změna s sebou nepřináší pouze změny v životním prostředí, ale také změny sociální či ekonomické. Podle vědců se na globálním oteplování nejvíce podílí rostoucí koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší. Jedním z hlavních opatření v oblasti zmírňování klimatické změny by proto mělo být snižování emisí skleníkových plynů.

Evropská unie se významně angažuje v mezinárodním úsilí zmírňování klimatické změny a hrála klíčovou roli při vyjednávání významné mezinárodní úmluvy, kterou je Rámcová úmluva OSN o klimatických změnách z roku 1992 a při vyjednávání Kjótského protokolu z roku 1997, jež Rámcovou úmluvu doplňuje. Dále jsou na úrovni EU přijímána nejrozsáhlejší opatření, která mají předcházet či zmírňovat klimatickou změnu. Životní prostředí je jednou z hlavních oblastí, kterou se EU při své činnosti zabývá.

3.1 Opatření na zmírňování klimatické změny

Na poli opatření na zmírňování klimatické změny jsou přijímána různá opatření, a to jak na úrovni jednotlivých států, Evropské unie, tak i celosvětově. První světová klimatická konference se konala již v roce 1979 v Ženevě. V roce 1990 zveřejnil Mezivládní panel pro klimatickou změnu První hodnotící zprávu zabývající se změnou klimatu. O dva roky později byl přijat text Rámcové úmluvy OSN o klimatických změnách, kterou ratifikovaly téměř všechny státy. V roce 1995 vydává IPCC Druhou hodnotící zprávu a v roce 1997 byl v Kjótu (Japonsko) přijat text Kjótského protokolu, jež vstoupil v platnost v roce 2005 a vyprší v roce 2012. V rámci Evropské unie bylo od roku 1991 přijato mnoho iniciativ týkajících se změny klimatu. V roce 2000 Evropská komise přijala Evropský program pro změnu klimatu, jehož cílem je dosažení cílů stanovených Kjótským protokolem. V říjnu

2005 byl spuštěn druhý Evropský program pro změnu klimatu pro rozvoj dalších ekonomicky efektivních opatření na snižování klimatu.

3.1.1 Rámcová úmluva o klimatických změnách

Rámcová úmluva OSN o klimatických změnách vstoupila v platnost 21. března 1994. Úmluva se zmiňuje o klimatickém systému jako společném zdroji, jehož stabilita může být ovlivněna průmyslovými a jinými emisemi oxidu uhličitého a dalšími skleníkovými plyny. Úmluvu ratifikovalo 192 zemí. Hlavním cílem této Úmluvy je „dosáhnout stabilizace koncentrace skleníkových plynů v atmosféře na úroveň, která předejde vážným antropogenním zásahům do klimatického systému. Této úrovni by mělo být dosaženo během dostatečného časového rámce, který umožní přirozenou adaptaci ekosystémů na klimatické změny, zajistí stálou produkci potravin a ekonomický rozvoj trvalého charakteru.“⁶³ Úmluva však nekvantifikuje závazky jednotlivých stran ke snižování emisí CO₂. Závazky stran Úmluvy spočívají v inventarizaci jejich emisí skleníkových plynů, sestavení a realizování národních programů zaměřených na redukci emisí, podpoře rozvoje technologií, vědeckého výzkumu, výměny informací či vzájemné komunikaci a spolupráci. Jde o rámcovou úmluvu, tzn. že umožňuje, aby byla dále rozvíjena agenda, aniž by byl ovlivněn základní text. Jedním z těchto dodatků je Kjótský protokol.

3.1.2 Kjótský protokol

Kjótský protokol byl přijat 11. prosince 1997. Obsahuje závazné kroky ke snížení emisí a jejich časový rámec. Zavazuje průmyslové země, které protokol přijaly, snížit celkové emise skleníkových plynů v období let 2008 - 2012 nejméně o 5,2 % oproti úrovni z roku 1990. Snížení emisí se podle Přílohy A Kjótského protokolu týká oxidu uhličitého (CO₂), metanu (CH₄), oxidu dusného (N₂O), hydrogenovaných fluorovodíků (HFC_s), polyfluorovodíků (PFC_s) a fluoridu sírového (SF₆), vyjádřených ve formě agregovaných emisí CO₂⁶⁴. Snížení o 5,2 % má být dosaženo podle diferencovaného snížení emisí jednotlivých zemí, jak je uvedeno v příloze B Kjótského protokolu, viz tab. 3.1. Kladné

⁶³ UNITED NATIONS. *United Nations Framework Convention on Climate Change* [on-line]. 1992. [cit. 2008-02-16]. s. 5. Dostupné na Internetu: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>

⁶⁴ CO₂e – ekvivalent CO₂, tzn. skleníkové plyny převedeny na hodnotu oxidu uhličitého.

hodnoty v tabulce znamenají, že tyto země mají povolené zvýšení emisí skleníkových plynů, nebo-li tyto státy již závazek plní. Podíl jednotlivých zemí na celkových emisích roku 1990 je uveden v Dodatku I Kjótského protokolu viz příloha č. 8.

Tab. 3.1 Závazky ke snížení emisí zemí uvedených v Příloze B Kjótského protokolu v letech 2008 – 2012 oproti úrovni z roku 1990

<i>Cíl snížení emisí v letech 2008 – 2012 oproti 1990*</i>	<i>Země</i>
- 8 %	EU-15**, Bulharsko, Česká republika, Estonsko, Litva, Lotyšsko, Lichtenštejnsko, Monako, Rumunsko, Slovensko, Slovinsko, Švýcarsko
- 7 %	USA***
- 6 %	Kanada, Maďarsko, Japonsko, Polsko
- 5 %	Chorvatsko
0 %	Nový Zéland, Rusko, Ukrajina
+ 1 %	Norsko
+ 8 %	Austrálie
+ 10 %	Island

Zdroj: UNITED NATIONS. http://unfccc.int/kyoto_protocol/background/items/3145.php. Vlastní úprava.

* Postkomunistické státy si za referenční rok mohly zvolit jiný než rok 1990.

** 15 států Evropské unie se zavázalo ke společným závazkům přijetím protokolu známého jako „Bublina“, tzn. jestliže některý stát překročí stanovenou hodnotu, jeho situace může být vyrovnána nadměrným plněním ze strany ostatních. EU tak zohledňuje některé méně rozvinuté státy, které ke svému rozvoji potřebují vyšší hodnoty emisí.

*** USA Protokol dosud neratifikovaly.

Kjótský protokol zakládá tzv. flexibilní mechanismy, které státům umožňují snižovat emise co nejefektivnějším způsobem. Mezi tyto mechanismy patří obchodování s emisemi, společně zaváděná opatření a mechanismus čistého rozvoje. Využití těchto mechanismů by mělo být pouze doplňkem k opatřením zaváděním v jednotlivých zemích.

Obchodování s emisemi

Obchodování s emisemi umožňuje státům, které emitovaly pod danou hranicí, aby si danou úsporu ponechaly pro příští závazné období nebo ji prodaly jiné zemi, která své závazky neplní. Státy, které nejsou schopny v daném období své závazky splnit, tak mohou odkoupit potřebné množství povolených limitů a dodržet svůj cíl při nižších nákladech, než jaké by vznikly např. při snižování výroby atd.

Společně zaváděná opatření

System založený na spolupráci dvou států různé ekonomické úrovně uvedených v Příloze B Kjótského protokolu, přičemž v jednom státě je větší možnost redukce emisí z důvodu chybějících technologií a postupů nebo je zde snižování emisí nákladově výhodnější. Snižování emisí by probíhalo na základě investic vyspělých zemí do transformujících se zemí. Investoři by za výnosy ze své investice získávali emisní kredity. Země, která by přijala tuto investici, by si snížení emisí mohla přičíst k závazkům z Kjótského protokolu, navíc by získala zahraniční investici a novou technologii. Kredity by byly obchodovatelné a umožnily by tak některým zemím splnit závazky z Kjótského protokolu na území jiného státu při ekonomicky výhodných podmínkách pro obě strany. Kredity by bylo možno získat pouze z projektů, které prokazatelně přispívají ke snižování emisí. S plným fungováním se počítá od roku 2008, avšak již za některé projekty započaté po roce 2000 je možno získat kredity.

Mechanismus čistého rozvoje

Mechanismus čistého rozvoje je na rozdíl od společně zaváděných opatření určen i ostatním státům, které nejsou uvedeny v Příloze B. Země Přílohy B mohou financovat projekty, které povedou ke snížení emisí skleníkových plynů ve třetích zemích. Odměnou pro stát, který takto investuje, jsou jednotky Certified Emission Reduction. Každá jednotka představuje snížení emisí o 1 tunu CO₂e a stejně jako v předchozím případě je za ně možno získávat obchodovatelné emisní kredity.

Započítávání propadů

Emisní cíle nemusí být jednotlivými státy dosaženy pouze snižováním emisí doma či v zahraničí, ale mohou být využity i tzv. propady. Ty jsou dosaženy zvyšováním ukládání uhlíku v lesích, či půdě. Země tak mohou přispívat k dosažení svých cílů vysazováním nových lesů či změnami ve využití půdy. Pro jednotlivé země je určena maximální výše započítatelných propadů.

Kjótský protokol začal platit až v roce 2005, tedy po více než 7 letech od jeho vzniku. Důvodem je platnost dvou podmínek, které musí být splněny současně, a to:

- ratifikace alespoň 55 států a
- ratifikace tolika států Dodatku I, aby jejich emise tvořily 55 % celkových emisí všech států tohoto dodatku v roce 1990.

S první podmínkou nebyl větší problém, jelikož rozvojovým zemím Protokol neukládá žádné významné závazky. Po odmítnutí ratifikace Protokolu Spojenými státy Americkými, jejichž podíl na emisích zemí Dodatku I je přibližně 36 %, byla jeho platnost závislá na ratifikaci Ruskem, které ho však ratifikovalo až 16. prosince 2004. Začátkem prosince 2007 ratifikovala Kjótský protokol také Austrálie. Platnost Kjótského protokolu vyprší v roce 2012.

Současné plnění Kjótského protokolu

V roce 2005 byly emise skleníkových plynů ve většině zemí Evropské unie nižší než v roce 1990 a to bez započítání využití půdy, změny ve využití půdy a lesnictví (LULUCF – land use, land use change and forestry) viz příloha č. 9. Evropská unie snížila své emise v roce 2005 oproti úrovni z roku 1990 o 1,5 %. Největší snížení zaznamenalo Lotyšsko, které dosáhlo změny -58,9 %. Naopak největší nárůst emisí v zemích EU byl zaznamenán v roce 2005 ve Španělsku, které dosáhlo zvýšení o 53,3 %. Podle evropského komisaře pro životní prostředí Stavrose Dimase, je EU na dobré cestě ke splnění cíle Kjótského protokolu, je však nutné přijmout a provést další opatření. Pokud by byly politiky a opatření na úrovni jednotlivých států provedeny rychle, počítá se, že by EU mohla snížit své emise dokonce o 11,4 % oproti plánovaným 8 %.⁶⁵ Navíc se EU zavázala, že do roku 2020 sníží své emise o 20 % oproti hodnotám z roku 1990.

3.1.3 Evropský program pro změnu klimatu

Evropský program pro změnu klimatu (ECCP) byl představen Evropskou komisí v březnu 2000. Jeho cílem je zajištění plnění cílů Kjótského protokolu, pomocí identifikace společných přístupů a opatření členských států EU. První Evropský program pro změnu klimatu byl představen v roce 2000 a jeho fungování se člení na dvě fáze. První fáze

⁶⁵ EUROPA - Rapid - Press Releases. *Klimatické změny: EU je na cestě k cílům z Kjóta, ale prognózy ukazují, že je třeba vytrvat v úsilí* [on-line]. Vystaveno 27. 11. 2007 [cit. 2008-02-20]. Dostupné na Internetu: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/07/1774&format=HTML&aged=1&language=CS&guiLanguage=en>

probíhala v letech 2000 – 2001 a druhá v letech 2002 – 2003. První fáze spočívala v rozvoji politik a opatření zaměřených na energii, dopravu a průmyslový sektor. Bylo sestaveno několik pracovních skupin, jejichž úkolem bylo identifikovat a navrhnout efektivní nástroje a opatření pro ekonomicky efektivní snížení emisí v daném sektoru. Na vývoji nástrojů a opatření spolupracovali jednotlivé členské státy EU, Evropská komise, zástupci průmyslu či ekologických sdružení, zapojeny byly také statní orgány EU a soukromé subjekty. V červnu 2001 byla vydána zpráva se závěry pracovních skupin. Zpráva uvádí 42 možných opatření, která by měla vést ke snížení emisí skleníkových plynů o 664 – 765 milionů tun při nákladech nepřesahujících 20 eur na 1 tunu CO₂.⁶⁶ Jde o potenciální možné snížení, přičemž skutečná velikost snížení emisí je závislá na implementovaných opatřeních a jejich vzájemné shodě. Nejvýznamnější inovační opatření je Systém emisního obchodování v EU (EU ETS), který zahrnuje emise CO₂ produkované 10 500 elektrárnami a výrobními podniky.

Druhý Evropský program pro změnu klimatu byl zahájen 24. října 2005 a skládá se z několika pracovních skupin. Patří sem skupina hodnotící 1. ECCP, skupina pro letectví, CO₂ a automobily, zachycování uhlíku a uskladňování, adaptaci a zhodnocení systému emisního obchodování v EU. Úkolem Druhého programu je nalezení dalších ekonomicky efektivních opatření pro snížení emisí skleníkových plynů v souladu s Lisabonskou strategií. ECCP navrhuje opatření v několika oblastech, a to letectví, CO₂ a automobily, zachycování uhlíku a uskladňování, adaptaci a zhodnocení systému emisního obchodování v EU.

Oblast letectví

Letectví je nejdynamičtěji se rozvíjejícím způsobem dopravy. Zároveň však přispívá nemalým množstvím ke změně klimatu. V roce 2004 se podíl emisí skleníkových plynů z letectví Společenství na mezinárodní letecké přepravě zvýšil o 7,5 % oproti roku 2003.⁶⁷

⁶⁶ EUROPEAN COMMISSION. *Environment - Climate Change - European Climate Change Programme* [on-line]. Vystaveno 23. 7. 2007 [cit. 2008-02-21]. Dostupné na Internetu:

http://ec.europa.eu/environment/climat/first_phase.htm

⁶⁷ EUROPEAN COMMISSION. *Směrnice Evropského Parlamentu a Rady o změně směrnice 2003/87/ES* [on-line]. 2006. s. 2. Vystaveno 20. 12. 2006 [cit. 2008-02-21]. Dostupné na Internetu:

http://ec.europa.eu/environment/climat/aviation_en.htm

Mezi lety 1990 až 2005 došlo k celkovému nárůstu emisí CO₂ o 73 %.⁶⁸ V roce 2005 dosáhly emise ze všech letů odlétajících z EU-25 velikosti 142 Mt/CO₂. Pokud by se každoročně objem letecké dopravy v EU zvyšoval o 5 % a efektivnost letadel by byla zachována na současné úrovni, došlo by ke zdvojnásobení emisí do roku 2020. Jelikož na letectví se nevztahuje Kjótský protokol, nemá nárůst emisí žádné právní důsledky. Politická opatření v posledních letech vedla ke snížení emisí v ostatních odvětvích, avšak další nárůst emisí v oblasti letectví bude kazit úsilí vyvíjené právě v dalších oblastech. Odhady předpokládají, že mezi lety 2005 – 2020 se objem letecké dopravy minimálně zdvojnásobí, proto je důležité přijmout v této oblasti opatření vedoucí ke snížení emisí. Evropská unie se snaží o začlenění oblasti letectví do EU ETS. Důvodem je předpoklad dalšího růstu letecké přepravy a s tím rostoucí vliv na změnu klimatu.

Povinnost monitorovat a podávat zprávy o emisích bude platit od roku 2010, přičemž od roku 2011 budou pro provozovatele letadel platit emisní limity. Návrh na zahrnutí letectví do EU ETS předpokládá, že začátkem roku 2011 budou zahrnuty pouze lety, které odlétají a přilétají na letiště umístěného na území členského státu EU, tedy pouze lety v rámci EU. Dále od 1. ledna 2012 se začlení všechny mezinárodní lety s příletem nebo odletem z letiště umístěného na území členského státu EU, tedy i lety přilétající nebo odlétající mimo území EU. Celkový počet povolenek by měl být stanoven na úrovni průměru emisí EU z let 2004 – 2006. Zahrnutí letectví do EU ETS bude znamenat, že povolenky jsou obchodovatelné, tedy emituje-li některý z provozovatelů letadel nižší objem emisí než je jeho povolené množství, může přebývajícím množstvím povolenek prodat těm provozovatelům, kteří naopak potřebují emitovat více než je jejich povolení. Opět by tak mělo docházet ke snižování emisí tam, kde je to ekonomicky výhodnější. Důležité při snižování emisí je zvyšování efektivity pohonných hmot. Mezinárodní asociace leteckých dopravců (IATA) požaduje, aby do roku 2017 bylo 10 % paliva pro letadla z alternativních zdrojů. Do popředí je vyzdvihován vodík, jako palivo s nízkými emisemi.

Analýza letecké dopravy⁶⁹ provedená na základě údajů poskytnutých Evropskou organizací pro bezpečnost letového provozu, předpokládá, že letecké společnosti budou

⁶⁸ EEA. *Climate for a transport change*. 2008. s. 28.

⁶⁹ EUROPEAN COMMISSION. *Směrnice Evropského parlamentu a Rady o změně směrnice 2003/87/ES* [on-line]. 2006. s. 4. Vystaveno 20. 12. 2006 [cit. 2008-02-21]. Dostupné na Internetu: http://ec.europa.eu/environment/climat/aviation_en.htm

schopny z větší části či v celkovém rozsahu přesunout náklady spojené s účastí v EU ETS na své zákazníky. Podle analýzy by úplné přesunutí nákladů na zákazníky znamenalo zvýšení cen letenek v závislosti na délce trasy přibližně o 4 – 40 eur. Největší environmentální výhody by přineslo zahrnutí co největšího zeměpisného rozsahu, tzn. zahrnutí všech příletů do EU a všech odletů z EU. V členských státech EU se předpokládá zvýšení nákladů na dovolené do 2 %. Do konce roku 2008 by měla Evropská komise předložit návrh řešení emisí oxidů dusíku (dále jen NO_x) z letectví.

CO₂ a automobily

Pozemní doprava je nejrozšířenějším způsobem dopravy. V posledních letech dochází k nárůstu množství aut na tisíc obyvatel. To však přináší přesun od více energeticky efektivních dopravních prostředků, jako jsou autobusy nebo vlaky, k méně efektivním osobním automobilům. V letech 1995 – 2004 vzrostl počet automobilů v osobním vlastnictví o 25 %, motorek či mopedů v zemích EEA o 33 %, počet nákladních automobilů o 49 % a počet autobusů o 23 %.⁷⁰ V roce 1998 podepsali evropští automobiloví výrobci dobrovolnou dohodu, která souvisela s cíli stanovenými Kjótským protokolem. V této dohodě se výrobci dohodli, že sníží emise svých aut v průměru o 13 %, především pomocí zlepšování technologií.

Hlavní opatření vedoucí ke snížení skleníkových plynů jsou zvýšení energetické efektivnosti dopravních prostředků a snížení emisí CO₂ svázaných s produkcí, přepravou a spotřebou pohonných hmot. V současné době nová osobní auta v EU emitují v průměru přibližně 160 g CO₂/km. Pro srovnání v roce 1995 emitovala nová osobní auta prodaná v EU-15 v průměru 186 g CO₂/km. To znamená, že v roce 2004 byly emise u nových automobilů v EU-15 nižší o 12,4 %. Ke snížení došlo zejména díky zlepšeným technologiím. V roce 1998 přijala Asociace evropských výrobců vozidel (ACEA) závazek snížení emisí u nových automobilů na 140 g CO₂/km do roku 2008, o rok později přijaly Japonská a Korejská asociace stejnou hodnotu závazku s plněním do roku 2009. Většina automobilových výrobců však za tímto cílem zaostává. Množství emisí u vybraných automobilek je uvedeno v příloze č. 10. Cílem Evropské komise je dosáhnout snížení emisí CO₂ na 130 g CO₂/km do roku 2012, přičemž další dodatečná opatření by měla vést

⁷⁰ EEA. *Climate for a transport change* [on-line]. 2008. [cit. 2008-02-23]. s. 22. Dostupné na Internetu: http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2008_1/en

k dalšímu snížení o 10 g CO₂/km, tedy k celkovému snížení až na 120 g CO₂/km. Mezi dodatečná opatření patří např. zvýšení používání biopaliv, změna spotřebitelského chování aj.

Výrobci automobilů sdružení pod ACEA cíl EU podporují, avšak pouhé zlepšení technologií výroby automobilů podle nich nestačí, naopak upozorňují, že je nutný integrovaný přístup. K dosažení daného cíle je podle ACEA nutné, kromě již zmíněné technologie, zvýšit užívání alternativních zdrojů energie, zlepšit infrastrukturu a řízení provozu, zlepšit a rozšířit ekonomický styl řízení vozidel či harmonizovat daňové zatížení emisí CO₂. Daňové zatížení automobilů by mělo být odstupňováno podle množství emitovaných emisí CO₂. V této oblasti Komise již předložila návrh. Od roku 2012 se počítá s uvalováním finančních pokut na výrobce automobilů, kteří nesplňují daný cíl. Výše pokuty za celkový počet automobilů, které emitují více emisí než je povolená hranice, se vypočítá podle vztahu:

překročení emisí * počet nově registrovaných automobilů * poplatek za překročení

přičemž výše poplatku se bude odvíjet podle roku, ve kterém výrobce neplní, a to v roce:

2012	20 eur	2014	60 eur
2013	35 eur	2015 a dále	95 eur.

Analýza nákladů snižování emisí CO₂ u automobilů pomocí zlepšování technologie uvádí, že náklady na dosažení cíle 120 g CO₂/km budou činit v průměru přibližně 3000 eur na automobil. Pokud by mělo dojít ke snížení pouze na 130 g CO₂/km, dosáhly by náklady průměrné výše přibližně 2 500 eur na automobil. Při započtení cen paliva mohou náklady na snížení 1 tuny CO₂ dosáhnout rozmezí 132 – 233 eur.⁷¹ Zvýšení výrobních nákladů by mohlo znamenat přesun automobilového průmyslu ze zemí EU do zemí bez právních předpisů ukládajících povinnost snižovat emise CO₂ u nově vyrobených vozidel. To by mělo vliv na zaměstnanost v zemích se silným zastoupením automobilového průmyslu, jako např. Německo, Česká republika, Polsko a další. Požadavek snížení emisí na 130 g CO₂/km by navíc postihlo zejména výrobce větších a silnějších aut, jako např. Mercedes, BMW, Porsche a další, jelikož těžší a silnější auta emitují více emisí než slabší

⁷¹ ACEA. *Reducing CO₂ emissions from cars. Towards an integrated approach*. [on-line]. 2007. [cit. 2008-02-23]. s. 12. Dostupné na Internetu: http://www.acea.be/images/uploads/files/20080207_BROCHURE_DD_Eng.pdf.

a lehčí auta. Vliv na snižování emisí mají také legislativní opatření přijímaná např. kvůli nárokům na bezpečnost či požadavky zákazníků na komfort vozidel a další. Vozidla se zabudovanými novými bezpečnostními prvky se stávají těžší a tedy emitují více CO₂. Jelikož CO₂ přetrvává v atmosféře dlouhodobě, účinnost snížení emisí se projeví nejdříve v horizontu 10 let.⁷²

Zachycování uhlíku a jeho uskladňování

Fosilní paliva hrají důležitou roli ve výrobě energie v EU i v mnoha dalších zemích. Komise uznává význam fosilních paliv pro udržitelné zabezpečení dodávek energie. Očekává se, že rostoucí poptávka po energii, bude v celosvětovém měřítku uspokojována právě fosilními palivy nejméně do roku 2050. Proto je důležité nalézt řešení, která pomohou snížit dopad používání fosilních paliv na životní prostředí. V současné době již existují a jsou využívány technologie, které pomáhají snižovat emise SO₂, NO_x a částic prachu z uhelných elektráren. Snížit emise CO₂ by měla pomoci technologie zachycování a ukládání uhlíku, která již v současné době existuje a postupně se zavádí do zkušebního provozu.

Zachycování a ukládání uhlíku je soubor technologických procesů, jejichž výsledkem je zachycení CO₂ obsaženého v odpadních plynech vznikajících v průmyslu, jeho stlačení a přeprava k vhodnému skladovacímu místu. Oddělování CO₂ probíhá např. v rámci projektu Sleipner v Severním moři.⁷³ Dochází zde k oddělování CO₂ od zemního plynu před jeho prodejem a ukládání takto získaného CO₂ v geologických formacích. Důvodem vzniku tohoto projektu byla daň z oxidu uhličitého vybíraná v Norsku, která je vyšší než náklady na uložení 1 t/CO₂.⁷⁴ Vhodná úložiště CO₂ jsou vytěžená naftová či plynová ložiska, vytěžené uhelné doly, hluboká solná ložiska a další. Nejdůležitější při ukládání je environmentální bezpečnost. Je nutno zabezpečit, že uložený CO₂ zůstane izolován

⁷² iDNES.cz. *Výrobci: Emisní limity zdrazí auta až o sto tisíc* [on-line]. Vystaveno 9. 2. 2007 [cit. 2008-02-26]. Dostupné na Internetu: http://auto.idnes.cz/vyrobci-emisni-limity-zdrazi-auta-az-o-sto-tisic-fu7-/automoto.asp?c=A070208_135708_automoto_fdv

⁷³ Informace o projektu Statoil dostupné na Internetu:

<http://www.statoil.com/STATOILCOM/SVG00990.nsf?opendatabase&lang=en&artid=2F20CA7A45DCEEF1C125720400210A8F>

⁷⁴ EUROPEAN COMMISSION. *Otázky a odpovědi týkající se návrhu směrnice o geologickém ukládání oxidu uhličitého* [on-line]. Vystaveno 23. 1. 2008 [cit. 2008-03-02]. Dostupné na Internetu: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/08/36&format=DOC&aged=0&language=CS&guiLanguage=en>

a nebude docházet k jeho uvolňování do atmosféry a nebude tak ohrožovat ekosystémy či zdraví.

Ukládání CO₂ je proces, který by mohl pomoci dosáhnout cíle snížení emisí, jelikož využívání obnovitelných zdrojů a zvyšování energetické účinnosti nejsou prozatím na dostatečné úrovni, aby napomohly razantnějšímu snížení. Ačkoli je v Evropské unii snaha o snižování uhelných elektráren či alespoň jejich negativního vlivu na životní prostředí, v mezinárodním měřítku je uváděno do provozu stále velké množství tohoto typu elektráren, a to zejména v rozvojových zemích. Rostoucí poptávka po energii v zemích, jako např. Čína nebo Indie, je uspokojována zejména výrobou energie v uhelných elektrárnách a do budoucna se nepředpokládá jiný trend. Naopak v Číně jsou každý týden otevřeny přibližně dvě nové uhelné elektrárny. Proto se zachycování a ukládání uhlíku jeví jako jeden z vhodných způsobů řešení problému rostoucích emisí CO₂.

V roce 2006 ohlásily významné energetické společnosti, které se podílejí na výrobě energie z uhlí, záměr vybudovat 10 – 12 demonstračních elektráren pro testování různých způsobů integrace zachycování a ukládání CO₂ při výrobě elektřiny z uhlí a plynu. Již nyní je nutné zajistit, aby se nově budované uhelné elektrárny stavěly způsobem, který umožní pozdější doplnění komponentů pro zachycování a skladování CO₂. Dalším důležitým prvkem při zavádění nízkouhlíkových technologií je vytvoření ekonomického a právního rámce, který bude dostatečně motivující pro investování do těchto technologických řešení. S úplným zaváděním nízkouhlíkových technologií se počítá od roku 2020, tzn. že všechny elektrárny vybudované po tomto roce by měly mít zakomponovány technologie zachycování CO₂ a elektrárny vybudované před tímto rokem by jimi měly být co nejrychleji dovybaveny.

Zavedení nízkouhlíkových technologií vyžaduje během nejbližších několika let značné finanční prostředky. Náklady na vybudování skupiny 12 demonstračních elektráren při výkonu každé z nich 300 MWe, by při současných cenách mohly dosáhnout přibližně 5 miliard eur nebo i více. Odhady nákladů zpětného vybavení elektráren vybudovaných od současnosti do roku 2020 se pohybují v rozmezí 600 000 – 700 000 eur na 1 MWe výkonu. Náklady zpětného vybavení již dnes provozovaných elektráren budou zřejmě ještě vyšší. Při současné úrovni technologií dosahují odhady nákladů na zachycení 1 t/CO₂ nedostupně vysokých částek, a to až 70 eur. Modely a studie, které předpokládají ve střednědobém až

dlouhodobém horizontu zásadní zdokonalení technologií, odhadují náklady na zachycení a skladování 1 t/CO₂ na 20 - 30 eur. Pro srovnání náklady na výrobu elektřiny ve větrných elektrárnách se pohybují mezi 0,06 – 0,08 eur/kWh (pro oblasti s nízkou rychlostí větru). Náklady na výrobu elektřiny z uhlí se zachycováním a skladováním CO₂ se při současných technologiích pohybují mezi 0,075 – 0,085 eur/kWh. Při předpokladu plné komercializace udržitelných technologií (v letech 2020 – 2030) by se náklady mohly snížit až přibližně na 0,06 eur/kWh. Průměrné náklady na větrnou energii by ve stejném období měly být přibližně 0,05 – 0,06 eur/kWh.⁷⁵

Mezi hlavní rizika nízkouhlíkových technologií patří možný únik skladovaného CO₂. Je tedy nutné věnovat velkou pozornost výběru a řízení skladovacího místa. Mezi pozitivní stránky patří snížení emisí CO₂ z elektráren na fosilní paliva až o 90 %. To by znamenalo celkové snížení emisí CO₂ v EU-27 do roku 2030 o 25 – 30 % ve srovnání s rokem 2000. Dalším přínosem je použití CO₂ pro zvýšení výtěžnosti zbytkové ropy.

Evropská komise usiluje o zintenzivnění evropské spolupráce s Čínou také v oblasti zachycování a skladování CO₂. Spolupráce probíhá ve třech etapách, a to zahájení vývojových činností, vymezení a návrh konkrétního demonstračního projektu, který bude v rámci závěrečné etapy vybudován a provozován. Komise se snaží dále rozšířit spolupráci na demonstračních projektech s dalšími rozvíjejícími se ekonomikami, jako je Indie či Jihoafrická republika. Ve vývoji pokročilých technologií má evropský průmysl na světových trzích v současnosti vedoucí úlohu. Využití všech příležitostí k rozvoji těchto technologií je důležitou podmínkou pro udržení si této pozice.

Systém emisního obchodování

Systém emisního obchodování v EU (EU ETS) byl zahájen v lednu roku 2005 podle Směrnice 2003/87/ES. Stanovení ceny za emise oxidu uhličitého je ekonomicky efektivní způsob postupného přechodu zemí na nízkouhlíkovou ekonomiku a dosažení snížení emisí skleníkových plynů v budoucnosti. Systém je založený na závazné legislativě vydané

⁷⁵ EUROPEAN COMMISSION. *Udržitelná výroba energie z fosilních paliv: dosažení téměř nulových emisí z uhlí po roce 2020* [on-line]. Vystaveno 10. 1. 2007 [cit. 2008-02-21]. Dostupné na Internetu: <http://eurlex.europa.eu/Notice.do?val=440914:cs&lang=cs&list=440914:cs,&pos=1&page=1&nb1=1&pgs=10&hwords=>

Evropskou komisí se schválením členských zemí EU a Evropského parlamentu. Je to první mezinárodní systém obchodování s emisemi CO₂ na světě a od začátku roku 2008 platí pro všech 27 členů Evropské unie plus tři členy Evropského hospodářského prostoru – Norsko, Lichtenštejnsko a Island. EU ETS je zaměřený na sektory produkující skleníkové plyny, jejichž emitovaný objem je měřitelný, je možno ho nahlásit a ověřit. V prvním období 2005 – 2007 zahrnoval systém pouze velké emitenty CO₂, např. elektrárny, koksovny, železárny a ocelárny, cementárny atd. Továrny byly vybírány podle produkční kapacity nebo velikosti výstupu. Podle těchto měřítek bylo do systému zahrnuto 10 500 továren z 27 členských států EU. Dohromady emitovaly přibližně 50 % emisí CO₂ a 40 % všech skleníkových plynů. Druhé období probíhá v období 2008 – 2012 a kryje se tak s obdobím platnosti Kjótského protokolu. EU ETS má pomoci splnit cíl Kjótského protokolu, kterým je pro Evropskou unii snížení emisí o 8 % oproti úrovni z roku 1990 (viz výše).

Obchodování s emisemi funguje na základě stanovení celkového limitu emisí. Účastníci systému mohou prodávat a nakupovat povolenky podle svých potřeb. Jedna povolenka umožňuje emitovat emise ve výši jedné tuny CO₂. V současné době členské státy vypracovávají pro každé obchodovací období národní alokační plány (NAP), které stanovují jejich celkový objem v EU ETS a kolik povolenek každé zařízení v jejich zemi získá. Na konci každého období musí jednotlivá zařízení odevzdat (do 30. dubna) tolik povolenek, kolik je výše jejich emisí. Emituje-li společnost pod úroveň jí přidělených povolenek, může zbylé povolenky na trhu prodat. Naopak společnosti, které potřebují emitovat více než jim dovolují jejich povolenky, mohou buď investovat do nových technologií na snížení emisí CO₂ nebo na trhu nakoupit potřebné množství povolenek. Rozhodnutí, zda investovat do nových technologií nebo nakoupit další povolenky, záleží na nákladech jednotlivých rozhodnutí. Dochází tak ke snižování emisí tam, kde je to ekonomicky výhodné. Pokuty za překročení povolených emisí jsou 40 eur/t v letech 2005 - 2007 a 100 eur/t v letech 2008 -2012.

Cena povolenek je odvíjena od nabídky a poptávky jako na všech ostatních trzích. V prvním roce fungování systému, 2005, bylo obchodováno s nejméně 270 miliony povolenkami (270 tun CO₂), s hodnotou přibližně 5 miliard eur. V roce 2006 vzrostlo

obchodované množství na 800 milionů povolenek v hodnotě 14,6 miliard eur. EU ETS představuje přibližně 80 % světového obratu povolenek CO₂.⁷⁶

V současné době probíhá diskuze o změně Směrnice 2003/87/ES, která EU ETS zavádí. Cílem je, aby po roce 2012 došlo k posílení, rozšíření a zlepšení fungování EU ETS. Jedním z návrhů je stanovení společného celoevropského limitu, namísto 27 limitů pro jednotlivé země. To by zajistilo stejná pravidla pro všechny. Do systému EU ETS by měla být zahrnuta nová odvětví, např. výroba hliníku, a také další dva skleníkové plyny, a to oxid dusný a zcela fluorované uhlovodíky PFC. Povolenky nebudou již alokovány pouze bezplatně, ale z větší části aukčně. Komise zastává názor, že jediné tak platí zásada „platí znečišťovatel“. V roce 2013 by mělo být celkem 60 % povolenek obchodováno v aukcích a tento podíl by měl v dalších letech stoupat. Emisní obchodování by mohlo mít vliv na růst cen elektřiny o 10 – 15 % do roku 2020 v porovnání s cenami při pokračování beze změny, tzn. bez emisního obchodování. Větší vliv na ceny elektřiny budou mít spíše např. ceny ropy a plynu.⁷⁷

Oblast adaptace na klimatickou změnu podle Evropského programu pro změnu klimatu je blíže popsána v rámci kapitoly 3.2.

3.1.4 Konference OSN o klimatické změně 2007

Konference se konala na ostrově Bali v Indonésii ve dnech 3. – 15. prosince 2007. Cílem bylo zahájit jednání o globální spolupráci na ochranu klimatu na období po roce 2012, tedy po skončení platnosti Kjótského protokolu. Konference se zúčastnili zástupci z více než 180 zemí. Nejvýznamnějším bodem jednání byla tzv. Cestovní mapa, která stanovila časový rámec a věcný obsah vyjednávání pro následující 2 roky. Jednání by měla vyvrcholit na konferenci smluvních stran v Kodani v roce 2009.

⁷⁶ EUROPEAN COMMISSION. *EU emissions trading: an open system promoting global innovation*. 2007. s. 17.

⁷⁷ EUROPEAN COMMISSION. *Otázky a odpovědi k návrhu Komise revidovat systém EU pro obchodování s emisemi* [on-line]. Vystaveno 23. 1. 2008 [citace 2008-03-04]. Dostupné na Internetu: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/08/35&format=HTML&aged=0&language=CS&guiLanguage=cs>

Výsledkem konference jsou 4 hlavní témata, a to zmírňování, tj. především snižování emisí skleníkových plynů, adaptace, tj. přizpůsobení se negativním vlivům změny klimatu, transfer technologií a financování opatření zejména v chudých oblastech rozvojového světa, kterými by se měly smluvní strany nyní zabývat. Významným výsledkem je přijetí cestovní mapy rozvinutými i rozvojovými zeměmi, ve které se podařilo sjednotit názory smluvních stran na budoucí směřování politiky ochrany klimatu. Nejvýznamnější je shoda rozvojových i rozvinutých zemí včetně USA. Cestovní mapa obsahuje prohlášení smluvních stran, že přispějí ke globální redukci skleníkových plynů měřitelnými emisními závazky. Konkrétní cíle jednotlivých zemí budou projednávány na dalších konferencích, a to v roce 2008 v Poznani (Polsko) a v roce 2009 v Kodani (Dánsko).

Dále na konferenci došlo ke schválení základních principů fungování Adaptačního fondu, ze kterého budou financována opatření na adaptaci v podobě projektů a programů v rozvojových zemích. Financování bude zaměřeno na zmírňování dopadů klimatické změny zejména na vodní hospodářství, zemědělství a lesnictví v nejzranitelnějších částech světa, jako jsou chudé pobřežní země, malé ostrovní státy a země subsaharské Afriky. Financování by mělo být zajištěno příspěvky z emisního obchodování. V současnosti je dohodnuto 2% zpoplatnění mechanismu čistého rozvoje (CDM), tzn., že z každé uzavřené transakce by měla být odvedena částka ve výši 2 % z celkové hodnoty dané transakce. Na konferenci bylo dále odsouhlaseno, že je nutné přijmout opatření, která zamezí odlesňování, které se v celosvětovém měřítku na změnách klimatu podílí přibližně 20 %. V této oblasti by měl působit mechanismus čistého rozvoje (viz kapitola 3.1.2). Do budoucna by měl být řešen také problém degradace lesa a udržitelný lesní management.⁷⁸

Hlavním podkladem pro jednání na konferenci byla Čtvrtá hodnotící zpráva IPCC z roku 2007, kterou uznaly všechny smluvní strany konference, přičemž výsledky uznaly jako zásadní a významné.

Přesto, že na konferenci nebyly kvantifikovány závazky pro jednotlivé země, můžeme ji považovat za úspěch a posun v celosvětovém vyjednávání o klimatické změně. Podařilo se zapojit téměř všechny země, a to jak rozvinuté, tak rozvojové, které budou mít

⁷⁸ MŽP ČR. *Konference na Bali byla začátkem nové etapy globální spolupráce na ochraně klimatu* [on-line]. Vystaveno 15. 12. 2007 [Citace 2008-03-27]. Dostupné z: <http://www.env.cz/AIS/web-news.nsf/9ab6596b5dac8075c1256662002b0723/9b6fa9dc8bfa5807c12573b40029391f?OpenDocument>

v budoucnosti zřejmě rozhodující vliv na objem emisí skleníkových plynů. Významné je také přijetí Cestovní mapy, která by měla během dvou let vyústit stanovením závazků pro jednotlivé země.

3.2 Opatření na adaptaci na klimatickou změnu

Účinnost přijímaných opatření na zmírňování klimatické změny se projeví s určitým časovým zpožděním. Již v současnosti se však projevují následky klimatické změny, které byly způsobeny pravděpodobně lidskou činností v minulosti. Proto je nutné se zabývat také opatřeními na adaptaci již probíhajících či očekávaných následků klimatické změny. Lidstvo má bohaté zkušenosti s vyrovnáváním se s jevy způsobenými výkyvy počasí, ať už jde o záplavy, sucha, bouře či jiné. Jelikož ve světě existuje nerovnoměrné rozložení bohatství, mohou mít některé státy velmi malé adaptační možnosti na klimatickou změnu, zejména tedy chudé rozvojové země. Je důležité, aby adaptační opatření byla zakomponována do co největšího počtu sektorových politik, aby jejich účinnost byla co největší.

Realizaci i efektivitu adaptačních opatření omezuje řada překážek. Schopnost adaptace je dynamická a ovlivňuje ji produktivní základna společnosti, včetně přírodních i člověkem vytvořených základních prostředků, sociálních sítí a nároků, lidského kapitálu a institucí, správy a řízení, národního důchodu, zdraví a technologií. Dokonce i společnosti, které vykazují vysokou adaptační schopnost, jsou vůči změně klimatu, variabilitě a extrémům i nadále zranitelné.⁷⁹

Příklady plánovaných přizpůsobení dle Mezivládního panelu pro klimatickou změnu jsou popsány v příloze č. 11.

⁷⁹ BERNSTEIN, L. et al. *Climate Change 2007: Synthesis Report*. 2008. s. 15.

3.2.1 Adaptace dle Evropského programu pro změnu klimatu

V rámci 2. Evropského programu pro změnu klimatu byla ustavena pracovní skupina zabývající se dopady a adaptačními možnostmi na změny klimatu. Hlavním cílem této skupiny je zjistit možnosti zlepšení odolnosti na dopady klimatické změny v Evropě, podpořit integraci adaptační politiky do ostatních politik EU na evropské, národní i regionální úrovni. Úkolem tohoto výchozího pracovního programu je zajistit vhodný rozvoj adaptační politiky, podporovat předávání zkušeností mezi jednotlivými sektory a najít vhodnou roli EU v adaptační politice. Evropská komise vedla 10 setkání, jejichž cílem bylo zabývat se adaptačními možnostmi v různých sektorech.

Evropská komise vydala v červnu 2007 zelenou knihu „Adaptace na klimatickou změnu v Evropě – možnosti pro postup EU“.⁸⁰ Cílem této knihy je umožnit spolupráci členských států s orgány Evropské unie na vytváření adaptačních opatření. Jde o první dokument, který se adaptaci na klimatickou změnu takto podrobně věnuje. Zelená kniha vyhláší čtyři prioritní oblasti, a to včasná opatření v rámci EU, začlenění přizpůsobení do vnějších akcí EU, snižování nejistoty pomocí rozšiřování znalostní základny na základě integrovaného výzkumu klimatu a zapojení evropské společnosti, podnikatelského a veřejného sektoru do přípravy koordinovaných a komplexních strategií pro přizpůsobení.

Včasná opatření v rámci EU

Včasná opatření zahrnují *začlenění přizpůsobení do provádění a úprav stávajících a budoucích právních předpisů a politik*, jelikož změna klimatu v budoucnosti ovlivní celou řadu politik EU. Úspěch provádění adaptačních akcí závisí především na spolupráci mezi EU a členskými státy a mezi jednotlivými členskými státy navzájem. Adaptační možnosti jednotlivých sektorů, např. zemědělství, dopravy, energetiky a dalších, má za úkol prozkoumat Evropská komise v nejbližším období. Na základě výsledků tohoto přezkumu se rozhodne o dalším postupu. Včasná opatření dále obsahují *začlenění přizpůsobení do stávajících programů Společenství na financování*, tzn., že při přípravě jednotlivých programů by do nich členské státy měly již nyní zahrnovat činnosti nutné pro

⁸⁰ EUROPEAN COMMISSION. Zelená kniha „Přizpůsobení se změně klimatu v Evropě – možnosti pro postup EU [on-line]. Vystaveno 29. 6. 2007 [cit. 2008-03-01]. Dostupné na Internetu: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52007DC0354:EN:NOT>

přizpůsobování budoucí změně klimatu. Příkladem mohou být programy na výstavbu infrastruktury, kdy např. projekty mostů v pobřežních oblastech by měly být navrženy tak, aby dokázaly v budoucnosti odolávat i zvýšené hladině moří. V Nizozemí se již při plánování infrastruktury vychází ze současných znalostí o vlivu klimatu na zvyšování hladiny řek a moří. Posledním bodem včasných opatření je *vývoj nových politických opatření* pro politiky, pro které je nutné teprve odpovídající způsoby reakce na klimatickou změnu vypracovat.

Je nutné najít nejvhodnější opatření pro jednotlivé sektory tak, aby v nich negativní dopady klimatické změny byly co nejmenší.

Začlenění přizpůsobení do vnějších akcí EU

Dopady změny klimatu se netýkají pouze rozvinutých zemí, ale celého světa. Proto je nutné do rozvoje adaptační politiky zahrnout také rozvojové, sousední i průmyslové země. Dobrým základem pro rozšiřování partnerské spolupráce je partnerství např. s Čínou, Indií a Brazílií. Pro období 2007 – 2010 vyčlenila Evropská komise 50 milionů eur na rozvoj dialogu s rozvojovými zeměmi a jejich podporu prostřednictvím cílených opatření pro zmírňování a přizpůsobování. Změna klimatu by mohla vést k přesídlování obyvatelstva z postižených oblastí také do regionů blízkých Evropě či do Evropy. Proto je nutné, aby se dopady změny klimatu zabývala také migrační politika.

Snížování nejistoty pomocí rozšiřování znalostní základny na základě integrovaného výzkumu klimatu

Pro aplikaci správných adaptačních opatření je nezbytné neustále studovat a zlepšovat pochopení klimatického systému a jeho vlivu na jednotlivá odvětví. Pro období 2007 – 2013 byl vydán Sedmý rámcový program EU pro výzkum, který se mimo jiné zabývá změnami klimatu, a to především v oblastech zlepšování předpovědí, vytváření modelů a strategií pro přizpůsobení. Významný je vývoj informačních a komunikačních technologií, které umožní včasné přizpůsobení měnícím se podmínkám.

Zapojení evropské společnosti, podnikatelského a veřejného sektoru do přípravy koordinovaných a komplexních strategií pro přizpůsobení

Evropská unie se snaží o rozvoj dialogu mezi subjekty, které jsou nebo se předpokládá jejich postižení klimatickou změnou. Subjekty účastníci se diskuze by si měly vyměňovat názory a návrhy na opatření, která je podle nich vhodné udělat. Internetová diskuze byla otevřena od července do prosince roku 2007 a dále se konaly 4 konzultační semináře na téma klimatických změn. Výsledky internetové diskuze a seminářů by měly být podkladem pro Evropskou komisi při vytváření adaptační politiky a ostatních politik Společenství. Sdělení o přizpůsobení by měla Evropská komise vypracovat do konce roku 2008.

Podrobnější materiál o adaptačních opatření by měla zveřejnit Evropská komise do konce roku 2008. Do konce roku 2009 by měla být provedena analýza toho, jakým způsobem změna klimatu ovlivní všechny oblasti politiky a právní předpisy Společenství a poté by měly následovat konkrétní akce.

Evropská unie je v popředí v boji proti změně klimatu. Přijímá nejrůznější opatření, která by měla vést ke zmírňování klimatických změn nebo alespoň ke zpomalování průběhu těchto změn. Každé opatření má však své náklady. Náklady přijímaných opatření, nečinnosti a přínosy se zabývá následující kapitola.

3.3 Ekonomické vyhodnocení opatření na zmírňování a adaptaci na klimatickou změnu

Z ekonomického hlediska je klima veřejným statkem, tzn. že ti, kteří neplatí za tento statek, nemohou být vyloučeni z jeho užívání a ten, kdo statek užívá, nesnižuje jeho kapacitu pro užití dalšími subjekty. Jde o příklad tržního selhání, zahrnující externalitu a veřejné statky. Vycházíme-li z většinového názoru vědců, že člověk svými aktivitami přispívá ke změně klimatu, pak jsou skleníkové plyny z ekonomického hlediska externalitami, jelikož ti, kteří je emitují, způsobují změnu klimatu a tím náklady pro celý svět, ale sami tyto náklady v plném rozsahu nenesou. Pro výpočet nákladů a výnosů přijímaných opatření či naopak nečinnosti existuje mnoho modelů či způsobů. Tato práce

se blíže zaměřuje na výsledky uvedené ve Sternově zprávě a dále zprávou „Dopady a náklady klimatické změny“, kterou si nechala vypracovat Evropská komise pro rozhodování o dalších krocích ve vyjednávání o klimatické změně.

3.3.1 Ekonomické aspekty klimatické změny podle Sternovy zprávy

Sternova zpráva se zabývá náklady na změny klimatu. Byla vypracována na žádost britské vlády. Zpráva byla publikována v roce 2005 a uvádí, že změna klimatu je největším selháním trhu v historii a je nutné udělat co nejdříve vhodná opatření. Čím později budou opatření přijímána, tím větší změna klimatu nastane a tím větší budou náklady na její zmírňování. Zpráva odhaduje, že pokud bude vývoj pokračovat podle scénáře business as usual (tzn. nebudou přijímána žádná opatření), dojde ke snížení světové spotřeby na obyvatele trvale o 5 %. Zahrneme-li další faktory, jako dopad na přírodní prostředí a lidské zdraví, zvyšuje se odhad celkových nákladů na klimatickou změnu z 5 % na 11 % celkové spotřeby na obyvatele. Vědecké poznatky o větší citlivosti klimatického systému na skleníkové plyny (např. zesilující zpětné vazby) pak celkové náklady na klimatickou změnu zvyšují z 11 % na 14 % celkové spotřeby na obyvatele. Zahrneme-li také nerovnoměrné rozložení zátěže změny klimatu, kdy chudé oblasti budou změnami postiženy více, odhadované náklady změny klimatu by mohly odpovídat snížení spotřeby na obyvatele přibližně o 20 %.

Zpráva se zaměřuje na náklady stabilizace koncentrace skleníkových plynů na úrovni 450 – 550 ppm CO_{2e} do roku 2100. Stabilizace na úrovni 450 ppm CO_{2e} nebude při současných technologiích možná, jelikož této koncentrace bude dosaženo přibližně během příštích 10 let. Pro stabilizaci na úrovni 550 ppm CO_{2e} by bylo nutné, aby světové emise dosáhly svého vrcholu během příštích 10 – 20 let a poté klesaly tempem 1 – 3 % ročně. Nejistotou při odhadech celkových budoucích nákladů přináší např. obtížnost odhadů budoucího vývoje cen nových technologií či fosilních paliv. Výsledky makroekonomických modelů odhadují celkové roční náklady stabilizace na úrovni 550 ppm CO_{2e} do roku 2050 přibližně ve výši 1 % HDP roku 2005 v rozmezí -2 % (čistý přínos) do +5 % HDP. Rozmezí je dáno různými faktory, jako např. tempo technické inovace a efektivita a vyjadřuje nejistotu ohledně rozsahu potřebného zmírňování. V druhé

polovině století Sternova zpráva předpokládá náklady kolem střední hodnoty 1 % HDP, avšak s širším rozpětím.

Zpráva doporučuje stabilizaci v rozmezí 450 – 550 ppm CO₂e. Stabilizace na vyšší úrovni by znamenala pouze malé snížení nákladů na opatření, ale zvýšila by rizika negativních dopadů klimatické změny. Snaha o dosažení dolní hranice (450 ppm) by znamenala vysoké náklady na opatření, dosažení úrovně pod dolní hranicí je zřejmě nemožné z důvodu odkládání opatření v minulosti, přičemž náklady by byly zřejmě velmi vysoké a mohly by převážet nad získanými přínosy. Při stabilizaci na úrovni v rozmezí 450 – 550 ppm CO₂e se společenské náklady uhlíku⁸¹ pohybují od 25 – 30 USD/tCO₂. Bude-li vývoj pokračovat podle scénáře business as usual, dnešní společenské náklady uhlíku jsou přibližně 85 USD/tCO₂, tedy 3x více než v případě stabilizace na úrovni 450 – 550 ppm.⁸² Sternova studie předpokládá, že společenské náklady uhlíku nadále porostou, jelikož mezní škody se zvyšují s rostoucí koncentrací skleníkových plynů v atmosféře. Náklady na snižování emisí by mohly v budoucnosti klesnout pomocí vývoje nových technologií, které by učinily snižování levnější, nebo-li zvýšení investic do výzkumu těchto technologií, by mohlo mít v budoucnu vysokou návratnost.

Sternova zpráva uvádí, že snižování emisí by mělo vycházet ze tří kroků, a to stanovení ceny uhlíku pomocí zdanění, obchodování nebo regulace, dále vývoj technologické politiky a odstranění překážek změn chování, kterými jsou např. nedostatek informací, transakční náklady, setrvačnost chování atd. Sternova zpráva doporučuje zvýšení důrazu na provádění adaptační politiky na změnu klimatu, jelikož včasné opatření budou méně nákladná než opatření provedená později.

3.3.2 Ekonomické aspekty klimatické změny dle zprávy Evropské komise o dopadech a nákladech klimatické změny

Zprávu *Dopady a náklady klimatické změny* si nechala vypracovat v roce 2005 Evropská komise na podporu při zvažování nákladů a přínosů zmírňování dopadů klimatické změny.

⁸¹ Společenské náklady uhlíku jsou ekonomické náklady poškození vlivem klimatu, tzn. budoucí čisté přínosy a náklady, které jsou diskontované k současnosti.

⁸² STERN, N. *Ekonomické aspekty změny klimatu, shrnující zpráva*. 2007. s. 7 - 31.

Zpráva identifikuje hlavní ohrožené oblasti, jako např. zemědělství, pobřežní oblasti, lidské zdraví, ekosystémy a další, přičemž podotýká, že mnoho z nich je vzájemně provázáno a dopady klimatické změny mají vliv na všechny oblasti. Modely vyhodnocující společenské náklady uhlíku vycházejí z nejrůznějších předpokladů. Výsledkem jsou tedy různé hodnoty podle zadaných předpokladů vývoje emisí a zaváděných opatření. Pro přehlednost zpráva uvádí pouze tři hodnoty, a to, že dolní hodnota společenských nákladů uhlíku pro emise v roce 2000 je 15 eur/tCO₂, střední 20 – 25 eur/tCO₂ a horní hodnota 80 eur/tCO₂. Analýzy ukazují, že nárůst teploty o 2 - 3 °C (tzn. nárůst koncentrace skleníkových plynů v atmosféře) by měl za následek zvýšení např. střední hodnoty společenských nákladů uhlíku z 20 – 25 eur/tCO₂ v roce 2000 na 34 eur/tCO₂ v roce 2020 (v cenách roku 2000).

Společenské náklady můžeme srovnat také podle různých scénářů vývoje emisí skleníkových plynů a tedy růstu teploty. Při zaměření se na 3 různé scénáře, které předpokládají zvýšení teploty o < 2 °C, 2 – 4 °C, > 4 °C a zahrnutí proměnných s ohledem na významné události, společensky náhodné efekty, diskontní sazby, vážení podle spravedlnosti atd., dojdeme k výsledkům, že při zvýšení teploty o méně než 2 °C by společenské náklady dosáhly nízké hodnoty přibližně 15 eur/tCO₂. Naopak při zvýšení teploty o více než 4 °C by tyto náklady dosáhly hodnoty v rozmezí 30 – 140 eur/tCO₂. Dále bylo zkoumáno pomocí různých modelů, jaké přínosy mají různé stabilizační cíle. Pomocí modelu PAGE2002, který umožňuje provést explicitní analýzu rizik, byly zjištěny náklady:

- 74 trilionů⁸³ eur při vývoji dle scénáře business as usual,
- 43 trilionů eur při stabilizačním cíli 650 ppm CO₂e a
- 32 trilionů eur při stabilizačním cíli 550 ppm CO₂e.

Náklady jsou vypočteny k roku 2200 v cenách roku 2000, při zahrnutí 2% diskontní sazby. To znamená, že bude-li za stabilizační cíl zvolena hodnota 550 ppm CO₂e, budou přínosy z tohoto cíle přibližně 11 trilionů eur, oproti zvolení stabilizačního cíle v hodnotě 650 ppm CO₂e. Jinými slovy zvolení stabilizačního cíle 650 ppm CO₂e oproti 550 ppm CO₂e, by přineslo zvýšení nákladů na opatření o 11 trilionů eur.

⁸³ Trilion = milion milionů.

Snižování emisí skleníkových plynů má také dodatečné přínosy, jako např. snížení znečištění vzduchu, inovace, růst konkurenceschopnosti a zaměstnanosti atd. Odhady přínosů na snížení emisí o 1 t CO₂ se pohybují od 1 do 130 eur. V průměru by mohl být přínos z každého snížení emisí o 1 t CO₂ přibližně 27 eur.⁸⁴ Přínosy jsou výsledkem např. zvýšené energetické efektivity.

Výsledky modelů ukazují, že při včasných opatřeních na snižování emisí budou náklady s nimi spojené nižší než při opatřeních provedených za dlouhou dobu nebo při nezavedení žádných opatření.

3.4 Závěr

Dopady klimatické změny můžeme rozdělit na ty, které jsou již nevyhnutelné a na ty, kterým lze předejít nebo jejich průběh alespoň zmírnit. K tomu je zapotřebí dále poznávat klimatický systém a jednotlivé procesy, které v něm probíhají, aby případná opatření byla provedena ve správný čas a ve vhodném rozsahu. Dopady klimatické změny budou v jednotlivých regionech různé, proto je nutné zaměřit případný vývoj adaptačních opatření na jednotlivé regiony podle jejich potřeb. Na druhou stranu při zmírňování klimatické změny, např. při snaze snižovat emise skleníkových plynů, je nutné, aby co nejvíce zemí postupovalo jednotným krokem, aby na jedné straně nedocházelo k významným ekonomickým investicím do technologií snižování emisí a na straně druhé by nebyly podnikány žádné kroky. Příkladem je snaha některých rozvinutých zemí v čele s Evropskou unií, které postupně zavádějí nejrozsáhlejší opatření ke snižování emisí skleníkových plynů, ale v řadě rozvojových zemí nejsou podnikána žádná opatření, naopak poptávka po fosilních palivech stále roste. Tento nejednotný přístup a vývoj v problematice klimatické změny by mohl vést k odmítnutí vyspělých zemí přijímat často nákladné opatření ke snižování emisí.

V současné době existuje mnoho studií, které se zabývají náklady a přínosy přijímaných opatření či naopak při zachování stejného vývoje (business as usual). Tyto studie se

⁸⁴ WATKISS, P. et al. *The Impacts and Costs of Climate Change*. 2005. s. 2 – 66.

mnohdy ve svých zjištěních liší. Při výpočtu nákladů a přínosů jsou rozhodující faktory, které dané modely zahrnují, např. výše diskontní sazby, kdy rozdíl mezi 1 % a 3 % je ve výsledku mnohdy veliký. Přesto tyto studie docházejí k výsledkům, které říkají, že podniknutí včasných opatření je méně nákladné než opatření provedená „na poslední chvíli“, přičemž náklady vynaložené na snížení průběhu klimatické změny v současnosti, by mohly v budoucnosti vést k čistým přínosům. Jako příklad můžeme uvést snížení nákladů na zdravotnictví při zlepšení kvality vzduchu, ale také vody a celkově životního prostředí.

ZÁVĚR

V současné době probíhá živá diskuze na téma klimatické změny, a to zejména o tom, zda klimatickou změnu způsobuje člověk svou činností, nebo je naopak výsledkem přírodních cyklů. Přesto, že vliv člověka na klimatickou změnu nebyl doposud stoprocentně prokázán, snaží se Evropská unie a další státy o zapojení problematiky klimatické změny do ostatních politik. Stav životního prostředí v Evropské unii se zejména v posledních letech výrazně zlepšil, značný pokrok učinily především nově přistoupivší státy střední a východní Evropy, přesto je však na mnoha místech nejen Evropy, ale celého světa situace stále velmi špatná. Velkým problémem se jeví rychle rostoucí populace, která životní prostředí narůstajícím způsobem zatěžuje při uspokojování svých potřeb, a také nadměrná spotřeba vyspělých zemí. Lidstvo v příliš velkém množství čerpá přírodní zdroje, klade stále vyšší nároky na produkci potravin a jeho poptávka po některých zdrojích se při současném vědeckém poznání a technologickém pokroku do budoucna jeví jako neudržitelná, zejména jde-li o pitnou vodu, úrodnost půd či nerostné suroviny. Negativní důsledky klimatické změny budou mít zřejmě největší dopad na rozvojové země, které mají omezenou adaptační schopnost.

Již v současnosti se projevují následky klimatické změny, která byla způsobena pravděpodobně lidskou činností v minulosti. Některé následky jsou již nevyhnutelné a je nutné se na ně určitým způsobem adaptovat, jde např. o zvyšování hladin moří. V oblasti adaptace jsou nejen v Evropské unii, ale také v dalších státech, přijímána různá opatření. Jelikož každý region je a zřejmě bude postižen jinými důsledky, např. státy jižní Evropy budou postiženy nedostatkem pitné vody v letních obdobích, naopak státy severní Evropy budou zřejmě čelit problému tání ledovců či permafrostu, nelze zavádět univerzální adaptační opatření, ale postižené regiony či státy by měly sami přijímat pro ně nejvhodnější opatření tak, aby adaptace na důsledky klimatické změny byla co nejefektivnější.

Z ekonomického zhodnocení nákladů a výnosů přijímaných opatření na zmírnění klimatické změny a naopak nečinnosti vyplývá, že opatření přijatá včas budou ekonomicky méně nákladná, než opatření přijatá později v budoucnosti. Také nepřijetí žádných opatření na zmírňování by mohlo v budoucnosti znamenat dokonce vyšší náklady na odstraňování

či přizpůsobování se důsledkům této změny, než jaké náklady bychom v současnosti vynaložili na zmírňování průběhu. Domnívám se, že přijatá opatření na zmírňování klimatické změny by mohla znamenat nejen pozitivní vliv na klima, ale navíc také na celkové zlepšení stavu životního prostředí, což by mohlo vést ke zlepšení v dalších oblastech, např. zdraví obyvatel.

Vědecké poznání klimatické změny se v posledních letech výrazně zvýšilo, přesto však vliv lidské činnosti na klima nebyl doposud stoprocentně prokázán. Domnívám se však, že 90% jistota, se kterou vědci tvrdí, že se na změně klimatu člověk podílí, by měla být již nyní alarmující. Člověk je na životním prostředí závislý, jelikož mu poskytuje mnoho statků a služeb, bez kterých by nemohl žít. Předpokládá se, že přijatá opatření např. na snižování emisí CO₂ u automobilů či ve výrobním procesu, budou v budoucnosti znamenat dokonce výnos v podobě lepších a efektivnějších technologií nebo zlepšení zdraví obyvatel a tedy potřebu nižších výdajů na zdravotnictví.

Mnoho rozvojových zemí zastává názor, že většina antropogenních skleníkových plynů byla do atmosféry emitována rozvinutými zeměmi, nebo-li že za současné změny mohou právě tyto země, a jsou tedy povinny se změnou klimatu zabývat. Naopak rozvojové země mají také právo na svůj rozvoj a přijímání opatření by jejich vývoj zpomalovalo. Dříve však nebyly jiné možnosti, technologie v minulosti nebyla na takové úrovni jako nyní. Rozvojové země se však potýkají s nedostatkem finančních prostředků, nemohou si tedy zavádění technologií příznivějších k životnímu prostředí dovolit. Uvědomit si však musíme, že přesun výroby z rozvinutých zemí do rozvojových znamená, že za část emisí emitovaných chudými zeměmi, je odpovědný rozvinutý svět a měl by tedy nést část nákladů spojených s přijímáním případných opatření.

V otázce zmírňování změny klimatu je důležitý globální přístup. Myslím si, že bude-li se snažit pouze malé procento zemí snižovat své emise, přičemž zbytek bude pokračovat v současném vývoji, pak jsou veškerá přijímaná opatření nedostatečná a málo efektivní. Řešení tohoto problému by mohla přinést cestovní mapa přijatá na konferenci na Bali v prosinci 2007, jejímž výsledkem by měla být nová globální dohoda o opatřeních na zmírňování změny klimatu. Jedině zapojení rozvojových zemí může vést k nejlepším výsledkům co se týče zmírnění klimatické změny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Knihy:

1. ACOT, P. *Historie a změny klimatu*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2005. 237 s. ISBN 80-246-0869-3.
2. BARROS, V. *Globální změna klimatu*. 1. vyd. Praha: Mladá fronta, a. s., 2006. 168 s. ISBN 80-204-1356-1.
3. BERNSTEIN, L. et al. *Climate Change 2007. Synthesis Report. Contribution of Working Group I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 1st ed. IPCC, Geneva, Switzerland, 2008. 104 s. ISBN 92-9169-122-4.
4. EUROPEAN COMMISSION. *EU emissions trading: an open system promoting global innovation*. 2007. Belgium. 24 s. ISBN 978-92-79-06862-1.
5. EUROPEAN COMMISSION. *The European Climate Change Programm*. 2006. Luxembourg. 24 s. ISBN 92-7900411-5.
6. EEA. *Vulnerability and adaptation to climate change in Europe*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2006. 81 s. ISBN 92-9167-814-7.
7. FLANNERY, T. *Měníme podnebí. Minulost a budoucnost klimatických změn*. 1.vyd. Praha: Dokořán, 2007. 270 s. ISBN 978-80- 7362-121-5.
8. GORE, A. *Nepříjemná pravda*. 1. vyd. Praha: Argo, 2007. 325 s. ISBN 978-80-7203-868-8.
9. LOMBORG, B. *Skeptický ekolog*. 1. vyd. Praha: Liberální institut, 2006. 587 s. ISBN 80-7363-059-1
10. MARSHALL, P.A., SCHUTTENBERG, H.Z. *A Reef Manager's Guide to Coral Bleaching*. Australia: Great Barrier Reef Marine Park Authority, 2006. ISBN 1-876945-40-0.
11. METZ, B. et. al. *Climate Change 2007. Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 1st ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 852 s. ISBN 978-0-521-88011-4.
12. PARRY, M. et al. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmentall Panel on Climate Change*. 1st ed.Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 976 s. ISBN 978-0521-88010-7.

13. SALOMON, S. et al. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 1st ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 1009 s. ISBN 978-0-521-88009-1.
14. STERN, N. *The Economics of Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 712 s. ISBN 978-0-521-70080-1.

Články:

15. ČESKÝ ROZHLAS. *Nizozemí aneb Vodní svět – Svět* [on-line]. Vystaveno 9. 10. 2004 [cit. 2008-01-22]. Dostupné na internetu: http://www.rozhlas.cz/svet/portal/_zprava/135947
16. EKOLIST.CZ. *Ministři podpořili snížení emisí u aut, má se týkat všech výrobců* [on-line]. Vystaveno 27. 6. 2007 [cit. 2008-02-23]. Dostupné na Internetu: <http://www.ekolist.cz/zprava.shtml?x=2014441>
17. EUROPA Rapid Press Releases. *Otázky a odpovědi k návrhu Komise revidovat systém EU pro obchodování s emisemi* [on-line]. Vystaveno 23. 1. 2008 [citace 2008-03-04]. Dostupné na Internetu: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/08/35&format=HTML&aged=0&language=CS&guiLanguage=en>
18. EUROPA Rapid Press Releases. *Klimatické změny: EU je na cestě k cílům z Kjóta, ale prognózy ukazují, že je třeba vytrvat v úsilí* [on-line]. Vystaveno 27. 11. 2007 [cit. 2008-02-20]. Dostupné na Internetu: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/07/1774&format=HTML&aged=1&language=CS&guiLanguage=en>
19. EUROPA Rapid Press Releases. *Otázky a odpovědi týkající se návrhu směrnice o geologickém ukládání oxidu uhličitého* [on-line]. Vystaveno 23. 1. 2008 [cit. 2008-03-02]. Dostupné na Internetu: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/08/36&format=HTML&aged=0&language=CS&guiLanguage=en>
20. IDG Czech, a. s. Science World. *Jaderná elektrárna ušetří miliony tun emisí skleníkových plynů* [on-line]. Vystaveno 2. 8. 2006 [cit. 2007-12-26]. Dostupné na Internetu: <http://www.scienceworld.cz/sw.nsf/ID/5AA199A8FB669E5BC12571BD00479CA8>
21. iDNES.cz. *Výrobci: Emisní limity zdraží auta až o sto tisíc* [on-line]. Vystaveno 9. 2. 2007 [cit. 2008-02-26]. Dostupné na Internetu: http://auto.idnes.cz/vyrobci-emisni-limity-zdrazi-auta-az-o-sto-tisic-fu7-/automoto.asp?c=A070208_135708_automoto_fdv

22. Prof. Miroslav Kutíle, Drsc. *Globální oteplování a klimatické změny v minulosti* [on-line]. [cit. 2007-12-30]. Dostupné na Internetu: <http://www.fragmenty.cz/j1565.htm>
23. MIT NEWS OFFICE. *Hurricanes growing fiercer with global warming* [on-line]. Vystaveno 26. 10. 2005 [cit. 2007-12-28]. Dostupné na Internetu: <http://web.mit.edu/newsoffice/2005/hurricanes.html>
24. MŽP ČR. *Konference na Bali byla začátkem nové etapy globální spolupráce na ochraně klimatu* [on-line]. Vystaveno 15. 12. 2007 [Citace 2008-03-27]. Dostupné na Internetu: <http://www.env.cz/AIS/web-news.nsf/9ab6596b5dac8075c1256662002b0723/9b6fa9dc8bfa5807c12573b40029391f?OpenDocument>
25. NASA - *Antarctic Ice Loss Speeds Up, Nearly Matches Greenland Loss* [on-line]. Vystaveno 23. 1. 2008 [cit. 2008-01-10]. Dostupné na Internetu: <http://www.nasa.gov/topics/earth/features/antarctica-20080123.html>
26. YOHE, E. *DAAC Study. Vanishing Ice* [on-line]. Vystaveno 7. 5. 2003 [cit. 2008-02-23]. Dostupné na Internetu: <http://earthobservatory.nasa.gov/Study/vanishing/>

Elektronické monografie:

27. ACEA. *Reducing CO2 Emissions from Cars. Towards an Integrated Approach* [on-line]. 2007. [cit. 2008-02-23]. Dostupné na Internetu: <http://www.acea.be/index.php/files/category/publications/P0/>
28. EEA. *Climate for a transport change* [on-line]. 52 s. Vystaveno 3. 3. 2008 [cit. 2008-02-23]. ISSN 1725-9177. Dostupné na Internetu: http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2008_1/en
29. ENVIRONMENT AGENCY. *The Thames Barrier, flood defence for London* [on-line]. 2003. [cit. 2008-01-22]. Dostupné na Internetu: <http://publications.environment-agency.gov.uk/epages/eapublications.storefront/47f21aad00f01dac273fc0a8029606a6/Product/View/GETH0603BHIL&2DE&2DE>
30. EUROPEAN COMMISSION. *Environmental Fact Sheet: Nature and Biodiversity* [on-line]. 2005. [cit. 2008-02-05]. Dostupné na Internetu: <http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/biodiversity.pdf>
31. EUROPEAN COMMISSION. *Nářízení Evropského parlamentu a Rady, kterým se stanoví výkonnostní emisní normy pro nové osobní automobily v rámci integrovaného přístupu Společenství ke snižování emisí CO₂ z lehkých užitkových vozidel. KOM(2007) 856 v konečném znění* [on-line]. Vystaveno 19. 12. 2007 [2008-02-22]. Dostupné na Internetu: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0856:FIN:CS:PDF>

32. EUROPEAN COMMISSION. *Sdělení Komise Radě a Evropskému Parlamentu výsledky přezkumu strategie Společenství na snižování emisí CO₂ z osobních automobilů a lehkých užitkových vozidel. SEK(2007) 61* [on-line]. Vystaveno 7. 2. 2007 [cit. 2008-02-23]. Dostupné na Internetu: http://ec.europa.eu/environment/co2/pdf/sec_2007_60_exsum_cs.pdf
33. EUROPEAN COMMISSION. *Sdělení Komise Radě a Evropskému parlamentu udržitelná výroba energie z fosilních paliv: dosažení téměř nulových emisí z uhlí po roce 2020. KOM(2006) 843* [on-line]. Vystaveno 10. 1. 2007 [cit. 2008-02-21]. Dostupné na Internetu: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0843:FIN:CS:PDF>
34. EUROPEAN COMMISSION. *Směrnice Evropského parlamentu a Rady o změně směrnice 2003/87/ES tak, aby se činnost v oblasti letectví začlenily do systému pro obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů ve Společenství. SEK(2006) 1685* [on-line]. Vystaveno 20. 12. 2006 [cit. 2008-02-21]. Dostupné na Internetu: http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/aviation/sec_2006_1685_cs.pdf
35. EUROPEAN COMMISSION. *Zelená kniha „Přizpůsobení se změně klimatu v Evropě – možnosti pro postup EU* [on-line]. Vystaveno 29. 6. 2007 [cit. 2008-03-01]. Dostupné na Internetu: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52007DC0354:EN:NOT>
36. UNITED NATIONS. *United Nations Framework Convention on Climate Change* [on-line]. 1992. [cit. 2008-02-16]. Dostupné na Internetu: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>
37. WATKISS, P. et al. *The Impacts and Costs of Climate Change* [on-line]. 2005. 88 s. Dostupné na Internetu: http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/final_report2.pdf

Zdroje sítě WWW:

38. CLIMATE PROGRAM OFFICE (CPO). *Home Page – Page* [on-line]. [cit. 2008-01-15]. Dostupné na Internetu: <http://www.climate.noaa.gov/>
39. CSCOR. *Center for Sponsored Coastal Ocean Research* [on-line]. [cit. 2008-01-20]. Dostupné na Internetu: <http://www.cop.noaa.gov/welcome.html>
40. ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. *Základní informace o změně klimatu, příčinách a podadech* [on-line]. Vystaveno 30. 7. 2007 [cit. 2007-12-20]. Dostupné na Internetu: <http://www.chmi.cz/cc/start.html>
41. EEA. *Water abstraction - Water resources* [on-line]. [cit. 2008-01-28]. Dostupné na Internetu: <http://www.eea.europa.eu/themes/water/water-resources/water-abstraction>

42. EEA. *Water use by sectors - Water resources* [on-line]. [cit. 2008-01-25]. Dostupné na Internetu: <http://www.eea.europa.eu/themes/water/water-resources/water-use-by-sectors>
43. ENVIRONMENT AGENCY of UK. *Home page* [on-line]. Dostupné na Internetu: http://www.environment-agency.gov.uk/?lang=_e
44. EUROPEAN COMMISSION. *Environment - Climate Change* [on-line]. Vystaveno 23. 7. 2007 [cit. 2008-02-21]. Dostupné na Internetu: http://ec.europa.eu/environment/climat/home_en.htm
45. FAO. *PAIA-Climate change* [on-line]. [cit. 2008-003-02]. Dostupné na Internetu: http://www.fao.org/clim/index_en.htm
46. GREENPEACE. *Homepage* [on-line]. [cit. 2008-01-05]. Dostupné na Internetu: <http://greenpeace.cz/klima.shtml>
47. IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change [on-line]. [cit. 2008-02-21]. Dostupné na Internetu: <http://www.ipcc.ch/>
48. NOAA. *Hazards to Coral Reefs* [on-line]. Vystaveno 11. 4. 2007 [cit. 2008-02-02]. Dostupné na Internetu: <http://coris.noaa.gov/>
49. UNESCO. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization-Natural Science* [on-line]. [cit. 2008-01-25]. Dostupné na Internetu: http://portal.unesco.org/science/en/ev.php-URL_ID=5572&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html
50. WATER RESOURCE INFORMATION. *How water is distributed on Earth* [on-line]. [cit. 2008-01-25]. Dostupné na Internetu: http://www.freedrinkingwater.com/water_quality/earth-water-distribution.htm

SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ

ACEA	Asociace evropských výrobců vozidel
aj.	a jiné
AOVCM	Atmosféricko-oceánský všeobecný cirkulační model
atd.	a tak dále
AVCM	Atmosférický všeobecný cirkulační model
CDM	mechanismus čistého rozvoje
CH ₄	metan
cm	centimetr
CO ₂	oxid uhličitý
CO ₂ e	ekvivalent oxidu uhličitého
ČR	Česká republika
ECCP	Evropský program pro změnu klimatu
EEA	Evropská environmentální agentura
EPA	Agentura ochrany životního prostředí USA
ES	Evropská společenství
EU	Evropská unie
EU-15	Evropská unie před rozšířením v roce 2004
EU-25	Evropská unie po rozšíření v roce 2004
EU-27	EU-25 + 2 státy přistoupivší v roce 2007
EU ETS	Systém emisního obchodování v EU
EUR	Euro
FAO	Organizace OSN pro výživu a zemědělství
g CO ₂ /km	gram oxidu uhličitého na kilometr
Gg	gigagram (miliarda gramů)
HDP	hrubý domácí produkt
HFC _s	hydrogenované fluorovodíky
IATA	Mezinárodní asociace leteckých dopravců
IPCC	Mezivládní panel pro změnu klimatu
km ²	kilometr čtvereční
kWh	kilowatthodina
m ²	metr čtvereční

mm	milimetr
Mt	milion tun
MŽP ČR	Ministerstvo životního prostředí České republiky
N ₂ O	oxid dusný
např.	například
NASA	Národní úřad pro letectví a kosmonautiku
NO _x	oxidy dusíku
obr.	obrázek
OECD	Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj
OGCM	Oceánský všeobecný cirkulační model
OSN	Organizace spojených národů
PFC _s	polyfluorovodíky
ppb	part per billion (částic z bilionu)
ppm	part per million (částic z milionu)
SF ₆	fluorid sírový
SO ₂	oxid siřičitý
t	tuna
t/CO ₂	tuna oxidu uhličitého
tab.	tabulka
tzn.	to znamená
tzv.	takzvaný
USA	Spojené státy americké
USD	Americký dolar
W	watt
W/m ²	watt na metr čtvereční
WEI	index spotřeby vody

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Prohlašuji, že

- byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo,
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3),
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO,
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona,
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 25. dubna 2008

.....
Hana Důrasová

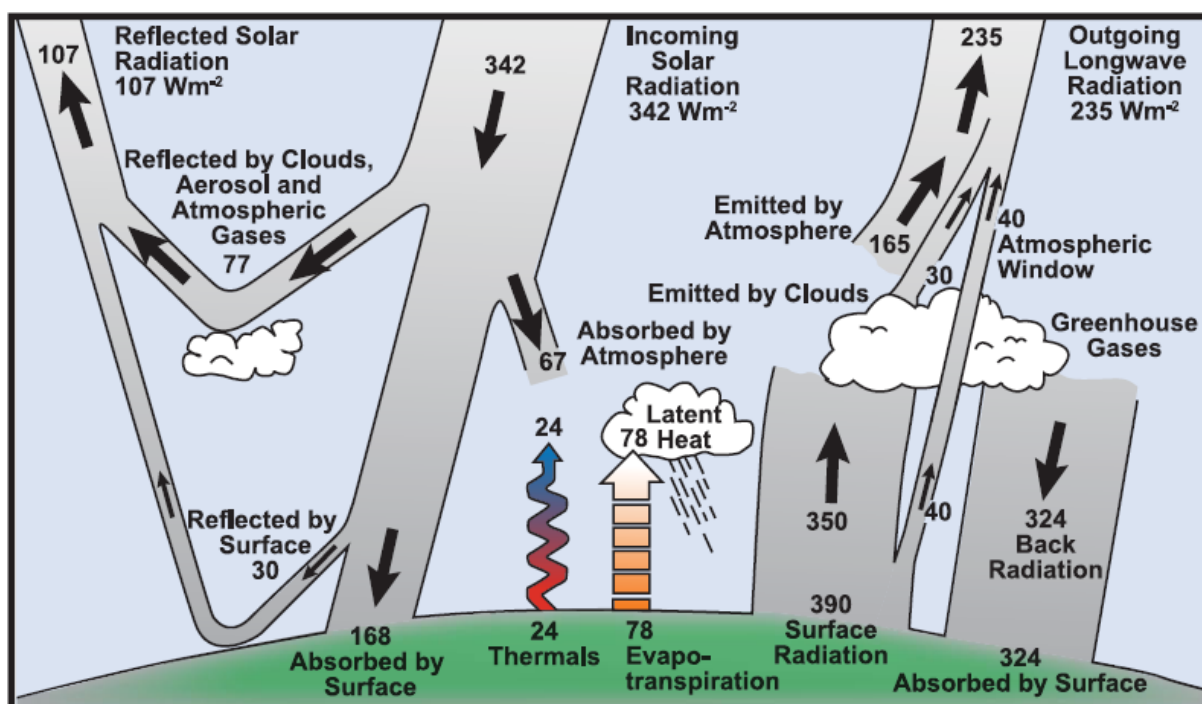
Adresa trvalého pobytu:

ČSA 2174
440 01 Louny

SEZNAM PŘÍLOH

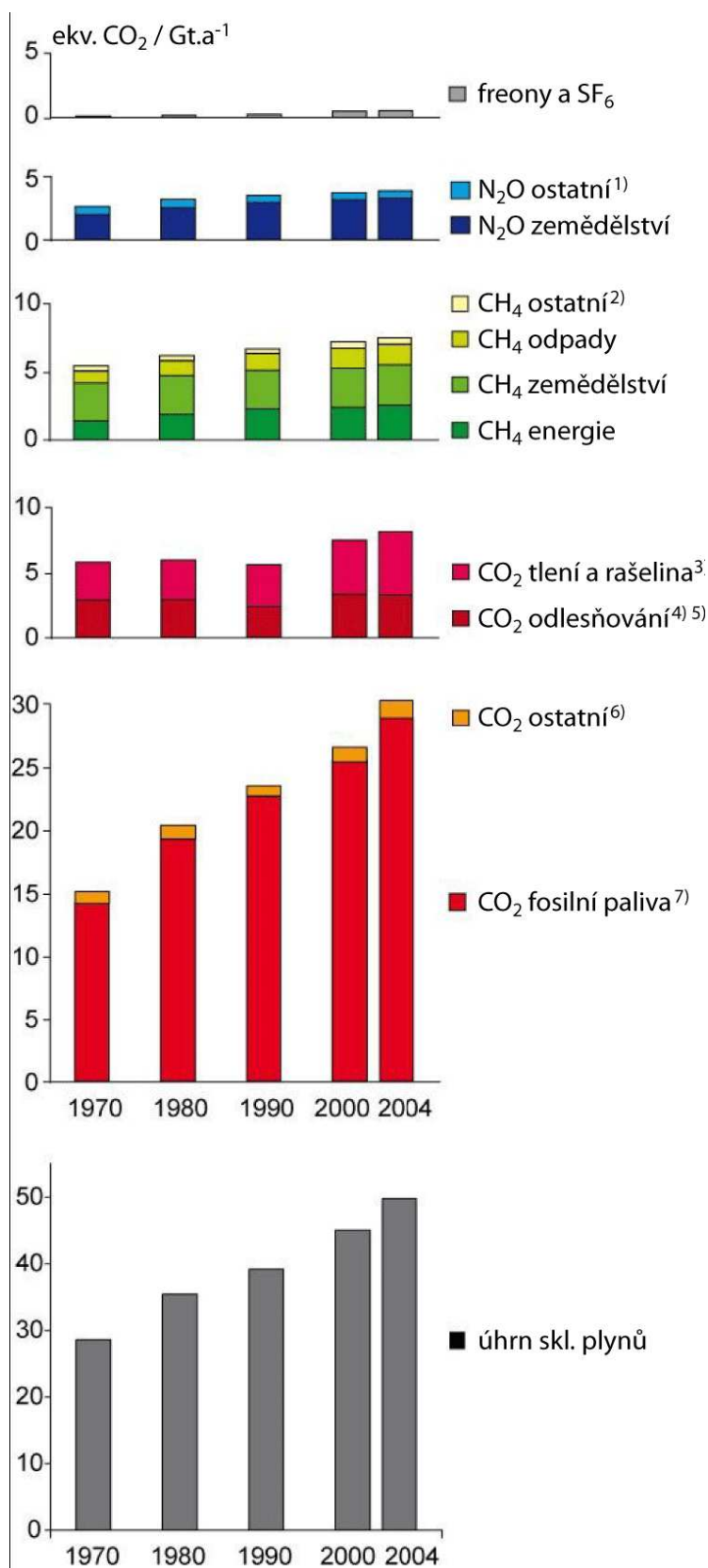
- Příloha č. 1:** Radiační bilance a působení skleníkového efektu
- Příloha č. 2:** Globální emise skleníkových plynů v letech 1970 – 2004.
- Příloha č. 3:** Vícemodulové průměry a rozsahy oteplení u zemského povrchu
- Příloha č. 4:** Vývoj rozsahu tání ledovcového příkrovu v Grónsku, 1992 – 2002
- Příloha č. 5:** Evropská pobřeží nejvíce ohrožená vzestupem mořské hladiny
- Příloha č. 6:** Srovnání spotřeby vody dle sektorů ve světě a v EU
- Příloha č. 7:** Index spotřeby vody pro roky 1990 a 2002 (v %)
- Příloha č. 8:** Podíl zemí na celkových emisích roku 1990
- Příloha č. 9:** Vývoj emisí skleníkových plynů v letech 1990 – 2005, bez započítání využití půdy, změny ve využití půdy a lesnictví
- Příloha č. 10:** Průměrné množství emisí u vozů vybraných automobilek, srovnání let 1995 a 2005
- Příloha č. 11:** Vybrané příklady plánovaného přizpůsobení podle jednotlivých sektorů

Příloha č. 1 Radiální bilance a působení skleníkového efektu



Zdroj: SALOMON, S. et al. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. 2007. s. 96.

Příloha č. 2 Globální emise skleníkových plynů v letech 1970 – 2004



Poznámky:

1) N₂O ostatní zahrnuje průmyslové procesy, odlesňování a vypalování savan, odpadní vody a palování odpadů.

2) Ostatní znamená CH₄ z průmyslových procesů a vypalování savan.

3) Emise CO₂ z tlení (rozkladu) nadzemní rostlinné zbytkové biomasy po těžbě dřeva a odlesňování a CO₂ z požárů rašeliny a tlení odvodněné rašelinné půdy.

4) Rovněž tradiční spotřeba biomasy na úrovni 10 % z celkového množství, za předpokladu, že 90 % je z udržitelné produkce biomasy.

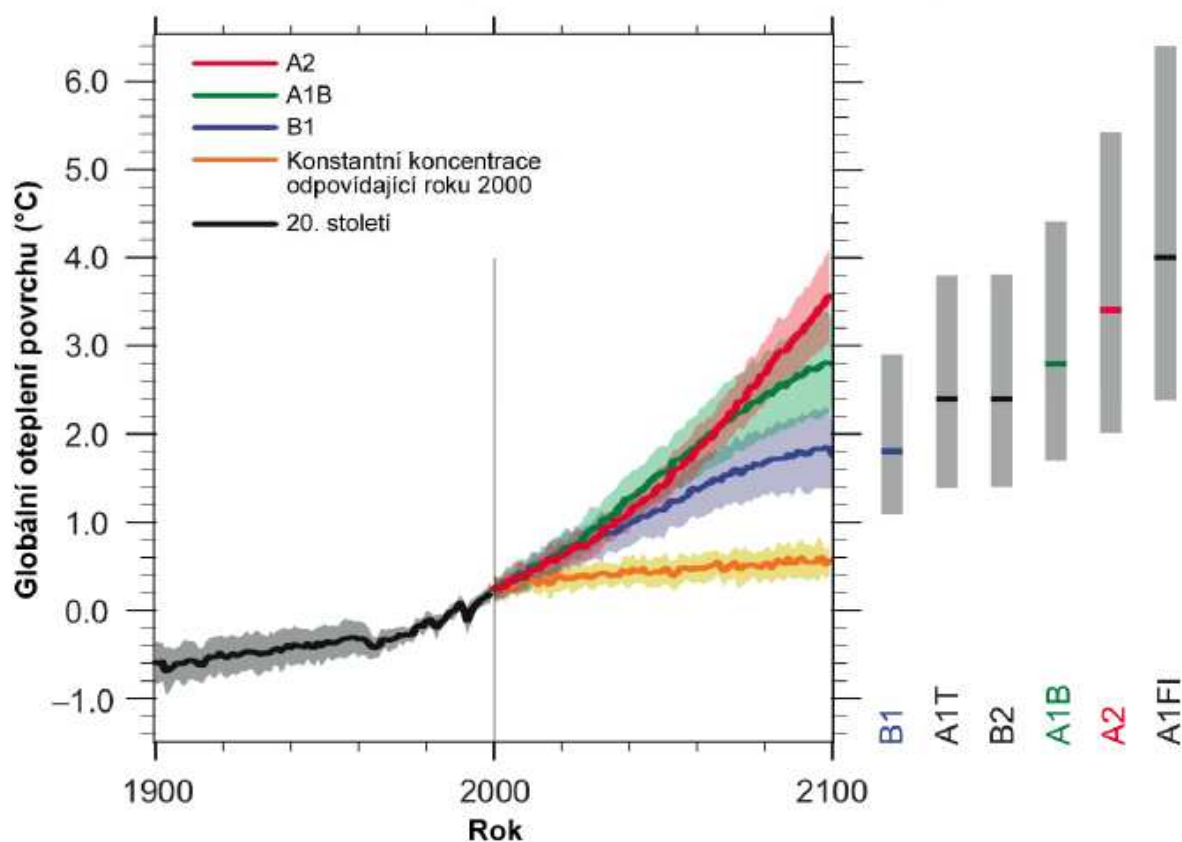
Korekce: u 10 % uhlíkového obsahu biomasy se předpokládá, že po spálení zůstane ve formě

5) Pro rozsáhlé požáry lesní a křovinné biomasy jde o zprůměrované údaje ze období let 1997 – 2002 vycházející z družicových údajů Globální databáze emisí z požárů.

6) Produkce cementu a flaring zemního plynu.

7) Používání fosilních paliv zahrnuje emise z výchozích surovin.

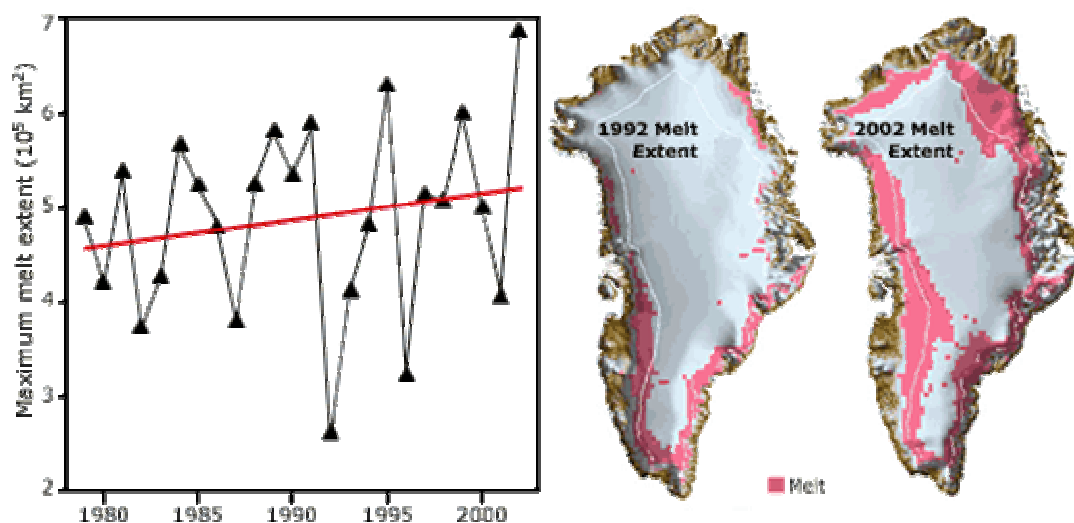
Příloha č. 3 Vícemodulové průměry a rozsahy oteplení u zemského povrchu



Zdroj: ALLEY, R. B., et al. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers*. 2007. s. 14.

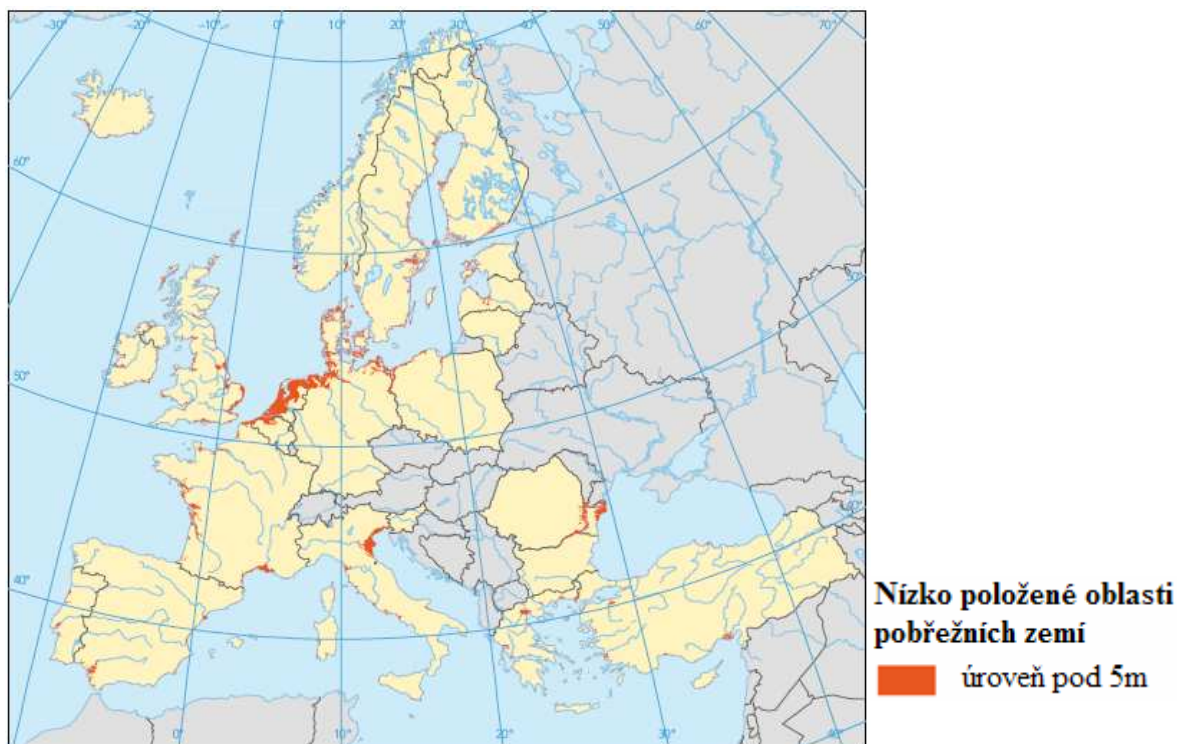
Graf výše zobrazuje možný nárůst průměrných globálních teplot podle klimatických modelů. Plné čáry představují globální průměry oteplení povrchu podle více modelů (ve srovnání s obdobím 1980 – 1999) pro scénáře A1B, A2 a B1 a znázorněné jako pokračování simulací 20. století. Barevně vybarvené oblasti odpovídají rozsahu plus minus jedné směrodatné odchylky vypočítané z ročních průměrů pro jednotlivé modely. Oranžová čára představuje vývoj průměrné globální teploty při udržování koncentrace emisí na úrovni roku 2000. Šedé sloupce v pravé části obrázku ukazují nejlepší odhad (vodorovná čárka uvnitř každého sloupce).

Příloha č. 4 Vývoj rozsahu tání ledovcového příkrovu v Grónsku, 1992 – 2002



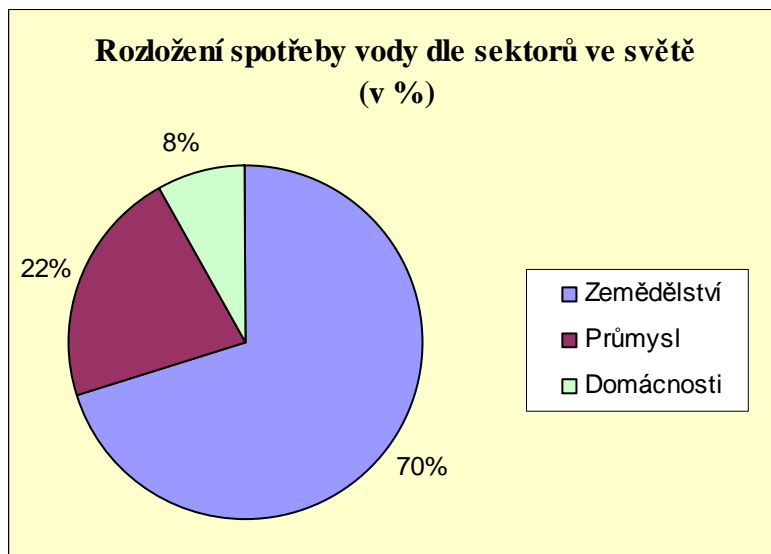
Zdroj: DAAC Study. *Vanishing Ice* [on-line]. 2003. Dostupné na Internetu:
<http://earthobservatory.nasa.gov/Study/vanishing/>.

Příloha č. 5 Evropská pobřeží nejvíce ohrožená vzestupem mořské hladiny

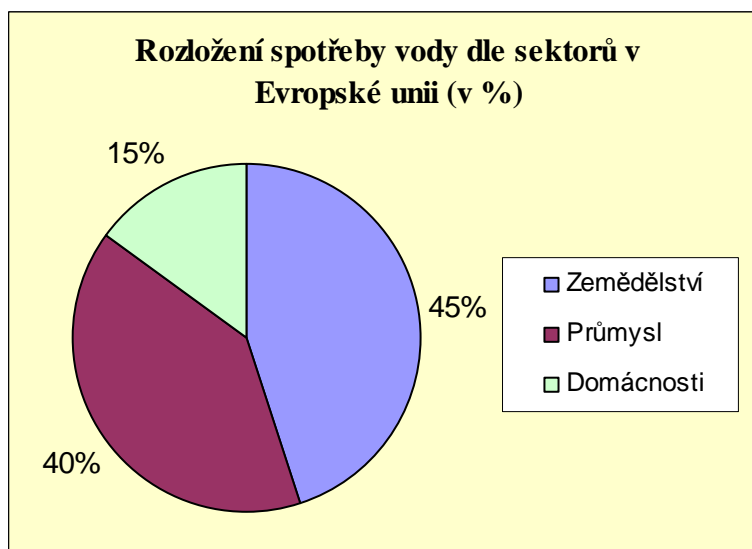


Zdroj: EEA. Dostupné na Internetu: <http://dataservice.eea.europa.eu/atlas/viewdata/viewpub.asp?id=2226>.

Příloha č. 6 Srovnání spotřeby vody dle sektorů ve světě a v EU

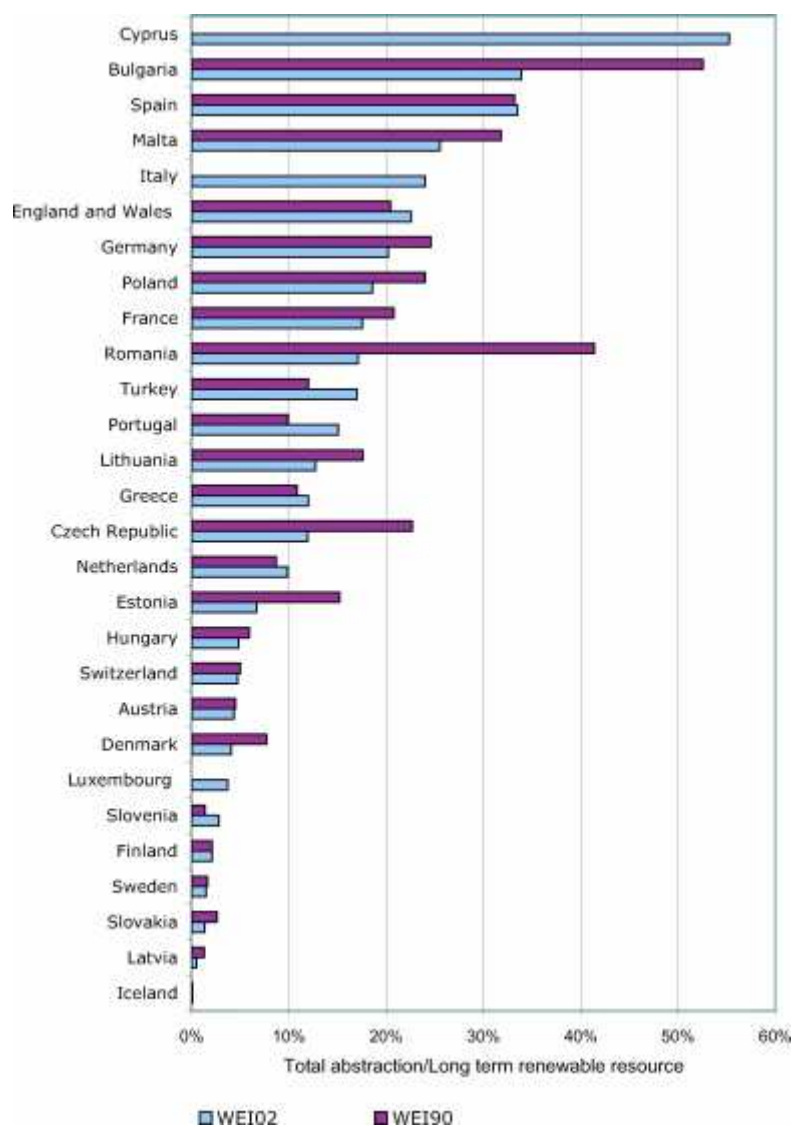


Zdroj: UNESCO. Dostupné na Internetu:
http://www.unesco.org/water/wwap/facts_figures/water_industry.shtml. Vlastní úprava.



Zdroj: EEA. Dostupné na Internetu:
<http://www.eea.europa.eu/themes/water/water-resources/water-use-by-sectors>. Vlastní úprava.

Příloha č. 7 Index spotřeby vody pro roky 1990 a 2002 (v %)



Zdroj: EEA. Dostupné na Internetu:

<http://www.eea.europa.eu/themes/water/water-resources/water-abstraction>.

Příloha č. 8 Podíl zemí na celkových emisích roku 1990

<i>Země</i>	<i>Emise (Gg)</i>	<i>Procentní podíl</i>
Austrálie	288 965	1,2
Rakousko	59 200	0,4
Belgie	113 405	0,8
Bulharsko	82 990	0,6
Kanada	457 411	3,3
Česká republika	169 514	1,2
Dánsko	52 100	0,4
Estonsko	37 797	0,3
Finsko	53 900	0,4
Francie	366 536	2,7
Německo	1 012 443	7,4
Řecko	82 100	0,6
Maďarsko	71 637	0,5
Island	2 172	0,0
Irsko	30 719	0,2
Itálie	428 941	3,1
Japonsko	1 173 360	8,5
Lotyšsko	22 976	0,2
Lichtenštejnsko	208	0,0
Lucembursko	11 343	0,1
Monako	71	0,0
Nizozemí	167 600	1,2
Nový Zéland	25 530	0,2
Norsko	35 533	0,3
Polsko	414 930	3,0
Portugalsko	42 148	0,3
Rumunsko	171 103	1,2
Rusko	2 388 320	17,4
Slovensko	58 278	0,4
Španělsko	260 654	1,9
Švédsko	61 256	0,4
Švýcarsko	43 600	0,3
Spojené království Velké Británie a severního Irska	584 078	4,3
USA	4 957 022	36,1
<i>Celkem</i>	<i>13 728 306</i>	<i>100</i>

Zdroj: UNITED NATIONS. *Kyoto Protocol*. Dostupné na Internetu:
http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php

Příloha č. 9 Vývoj emisí skleníkových plynů v letech 1990 – 2005, bez započítání využití půdy, změny ve využití půdy a lesnictví

Země	Základní rok Úmluvy	1990	1995	2000	2004	2005	Změna od zákl. roku (%)
Austrálie	418 275	418 275	444 656	497 611	523 590	525 408	25,6
Rakousko	79 053	79 053	80 294	81 116	91 177	93 280	18,0
Bělorusko	127 361	127 361	72 941	69 798	74 308	75 594	-40,6
Belgie	145 766	145 766	152 143	147 529	147 651	143 848	-1,3
Bulharsko	132 613	116 611	87 102	67 188	69 100	69 995	-47,2
Kanada	595 954	595 954	645 654	720 898	747 350	746 889	25,3
Chorvatsko	31 52	31 552	22 576	25 835	30 031	30 481	-3,4
Česká republika	196 204	196 204	154 463	149 024	147 130	145 611	-25,8
Dánsko	70,442	70 442	77 447	69 657	69 755	65 486	-7,0
Estonsko	42 625	42 625	22 475	19 218	21 457	20 939	-50,9
EU	4 257 837	4 257 837	4 148 804	4 134 582	4 227 825	4 192 634	-1,5
Finsko	71 000	71 000	71 537	70 016	80 896	69 241	-2,5
Francie	567 303	567 303	562 729	564 073	561 028	558 392	-1,6
Německo	1 227 860	1 227 860	1 095 654	1 019 764	1 024 957	1 001 476	-18,4
Řecko	108 742	108 742	113 195	131 756	137 633	137 633	26,6
Maďarsko	115 682	98 108	79 217	77 310	79 176	80 219	-30,7
Island	3 352	3 352	3 138	3 684	3 678	3 705	10,5
Irsko	55 374	55 374	59 372	69 127	68 659	69 945	26,3
Itálie	516 851	516 851	530 264	551 594	577 859	579 548	12,1
Japonsko	1 272 043	1 272 043	1 343 636	1 347 622	1 356 989	1 359 914	6,9
Lotyšsko	26 442	26 442	12 484	10 050	10 715	10 880	-58,9
Lichtenštejnsko	230	230	236	255	270	271	17,4
Litva	49 370	49 370	21 980	19 370	21 754	22 682	-54,1

Lucembursko	12 687	12 687	9 775	9 548	12 789	12 738	0,4
Monako	107	107	115	117	104	104	-3,1
Nizozemí	212 963	212 963	225 070	214 433	218 445	212 134	-0,4
Nový Zéland	61 900	61 900	64 456	70 326	75 118	77 159	24,7
Norsko	49 751	49 751	49 854	53 549	54 892	54 153	8,8
Polsko	586 903	485 407	453 170	405 078	396 651	398 952	-32,0
Portugalsko	59 921	59 921	71 127	82 260	84 660	85 540	42,8
Rumunsko	282 467	248 734	186 967	138 584	160 059	153 654	-45,6
Rusko	2 989 833	2 989 833	2 092 063	1 987 315	2 086 409	2 132 518	-28,7
Slovensko	72 051	72 051	52 548	47 448	48 595	47 866	-33,6
Slovinsko	20 314	18 537	18 593	18 804	19 983	20 391	0,4
Španělsko	287 366	287 366	318 370	384 419	425 236	440 649	53,3
Švédsko	72 191	72 191	73 747	68 315	69 688	66 955	-7,3
Švýcarsko	52 749	52 749	51 044	51 709	53 036	53 636	1,7
Turecko	170 059	170 059	220 719	279 956	296 602	296 602	74,4
Velká Británie	771 415	771 415	710 129	673 967	660 424	657 396	-14,8
USA	6 229 041	6 229 041	6 560 936	7 125 881	7 189 715	7 241 482	16,3

Zdroj: UNITED NATIONS. Dostupné na Internetu: http://unfccc.int/ghg_emissions_data/ghg_data_from_unfccc/time_series_annex_i/items/3841.php

Příloha č. 10 Průměrné množství emisí u vozů vybraných automobilek, srovnání let 1995 a 2005

Značka	Emise CO2 g/km v roce 1995	Emise CO2 g/km v roce 2005
Fiat	169	139
Citroen	172	144
Renault	173	149
Ford	180	151
Peugeot	177	151
Opel	180	156
Toyota	189	163
Kia	202	170
Škoda	165	152
Seat	158	150
Honda	184	166
Mercedes	223	185
Hyundai	189	170
Volkswagen	170	159
BMW	216	192
Volvo	219	195
Audi	190	177
Mazda	186	177
Sužuji	169	165
Nissan	177	172

Zdroj: iDNES.cz, 2007. http://auto.idnes.cz/vyrobcem-emisni-limity-zdrazi-auta-az-o-sto-tisic-fu7-/automoto.asp?c=A070208_135708_automoto_fdv

Příloha č. 11 Vybrané příklady plánovaného přizpůsobení podle jednotlivých sektorů

Sektor	Možnost/strategie přizpůsobení	Základní rámec politiky	Klíčová omezení a příležitosti implementace (Normální písmo = omezení; kurzíva = příležitosti)
Voda	Rozšířené využívání dešťové vody; techniky skladování a ochrany vody; recyklace vody; odsolování vody; efektivita zavlažování a využívání vody.	Národní vodohospodářské politiky a integrovaný systém správy vodních zdrojů; řízení rizik spojených s vodou.	Finanční, personální a fyzické překážky; <i>integrovaný systém správy vodních zdrojů.</i>
Zemědělství	Přizpůsobení termínů výsadby a odrůd plodin; přemísťování plodin; kvalitnější hospodaření, např. protierozní opatření a ochrana půdy výsadbou stromů.	Politiky výzkumu a vývoje; institucionální reforma; držba půdy a půdní reforma; vzdělávání; budování kapacit; pojištění plodin; finanční pobídky, např. dotace a daňové úlevy.	Technologická a finanční omezení; přístup k novým odrůdám; trhy; <i>delší vegetační období ve vyšších zeměpisných šířkách; příjmy z „nových“ produktů.</i>
Infrastruktura/sídla (včetně pobřežních oblastí)	Přemísťování; mořské hráze a zábrany proti vysoké hladině během bouří; zpevnění dun; akvizice půdy a vytváření mokřadů coby nárazníkových pásem jako ochrany proti zvýšené hladině moře a záplavám; ochrana stávajících přírodních bariér.	Normy a předpisy, které berou ohledy na změnu klimatu při zpracování návrhů (infrastruktury/sídel); politiky využití půdy; stavební zákony; pojištění.	Finanční a technologické překážky; dostupnost prostoru pro účely přemísťování; <i>integrované politiky a řízení; synergie s cíli udržitelného rozvoje.</i>
Lidské zdraví	Zdravotnické akční plány pro případ vln veder; pohotovostní lékařské služby; kvalitnější dohled v oblasti chorob	Politiky veřejného zdraví zohledňující klimatická rizika; posílení zdravotnických služeb;	Limity odolnosti lidského zdraví (zranitelné skupiny); omezené znalosti; finanční možnosti; <i>kvalitnější zdravotnické služby; vyšší kvalita života.</i>

	reagujících na klimatické situace; nezávadná voda a zlepšená hygiena.	regionální a mezinárodní spolupráce.	
Cestovní ruch	Diversifikace turistických atrakcí a příjmů; posun lyžařských sjezdových tratí do vyšších nadmořských výšek a na ledovce; výroba umělého sněhu.	Integrované plánování (např. kapacita zatížení prostředí; vazby na jiné sektory); finanční pobídky, např. dotace a daňové úlevy.	Působivost/marketing nových atrakcí; finanční a logistická problematika; možné nepříznivé dopady na jiné sektory (např. umělé zasněžování může zvýšit spotřebu energie); <i>příjmy z „nových“ atrakcí; zapojení širší skupiny zainteresovaných stran.</i>
Doprava	Reorganizace / přesun; navrhování norem a plánování silniční, železniční a jiné infrastruktury s cílem zohlednit oteplování a odvodňování.	Zahrnutí aspektů klimatických změn do národní dopravní politiky; investice do výzkumu a vývoje pro účely zvláštních situací, např. oblastí věčně zmrzlé půdy.	Finanční a technologické překážky; existence méně zranitelných tras; <i>kvalitnější technologie a harmonizace s klíčovými sektory (např. energetika).</i>
Energetika	Posílení výškové infrastruktury pro přenos a distribuci elektřiny; podzemní kabelové rozvody; efektivní využívání energie; využívání obnovitelných zdrojů; nižší závislost na jednotlivých zdrojích energie.	Národní energetické politiky a předpisy, daňové a finanční pobídky s cílem podpořit využívání alternativních zdrojů; zohlednění změny klimatu ve standardech pro design.	Přístup k realizovatelným alternativám; finanční a technologické překážky; přijímání nových technologií; <i>stimulace nových technologií; využívání lokálních zdrojů.</i>

Zdroj: BERNSTEIN, L. et al. *Climate Change 2007: Synthesis Report. Summary for Policymakers*. 2008. s. 15.